

BADANIE 1-FAZOWEGO INDUKCYJNEGO LICZNIKA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

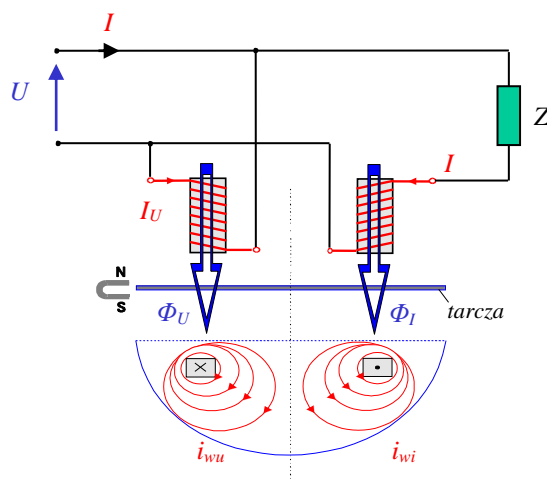
1. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest zbadanie 1-fazowego licznika energii elektrycznej marki PAFAL MOD A52 pod kątem poprawności jego działania, a także przeprowadzenie koniecznych badań w celu sprawdzenia czy urządzenie spełnia wymagania zawarte w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać liczniki energii elektrycznej czynnej prądu przemiennego, oraz szczegółowego zakresu sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych [18].

2. WPROWADZENIE

Licznik energii elektrycznej A jest to przyrząd pomiarowy, który służy do określenia wartości energii elektrycznej za pewien okres czasu. Liczniki energii elektrycznej mogą być budowane na bazie przetworników elektronicznych i indukcyjnych, przy czym te ostatnie ze względu na swą dużą przeciążalność prądową ($2 \div 5$ krotną) znalazły powszechne zastosowanie [3,4].

Licznik indukcyjny jest to przyrząd o działaniu całkującym, ponieważ $A = \int_0^t P dt$, gdzie P oznacza chwilową moc czynną pobieraną przez obciążenie o impedancji Z (rys.1).



Rys.1. Zasada działania 1-fazowego indukcyjnego licznika energii elektrycznej

Licznik indukcyjny składa się w zasadniczej części z cewki napięciowej połączonej równolegle z odbiornikiem Z oraz cewki prądowej przez którą przepływa prąd obciążenia I .

Przez cewkę napięciową przepływa natomiast prąd I_U proporcjonalny do przyłożonego napięcia U , który wytwarza w rdzeniu strumień magnetyczny Φ_U przenikający tarczę wykonaną z dobrego przewodnika (najczęściej aluminium). Cewka prądowa z kolei wytwarza strumień magnetyczny Φ_I proporcjonalny do wartości przepływającego prądu I , przy czym wzajemne oddziaływanie strumieni magnetycznych Φ_U oraz Φ_I i wytworzonych przez te strumienie prądów wirowych i_{wu} oraz i_{wi} powoduje wytworzenie momentu napędowego M_n opisanego zależnością:

$$M_n = k\omega UI \sin \Psi, \quad (1)$$

gdzie k jest pewną stałą.

Jeśli kąt $\Psi = 90^\circ - \varphi$, gdzie jest kątem fazowym odbiornika energii Z , to wtedy moment napędowy M_n tarczy licznika będzie proporcjonalny do mocy P pobieranej przez odbiornik energii Z :

$$M_n = k\omega UI \sin(90^\circ - \varphi) = k\omega UI \cos \varphi = k\omega P = k_1 P. \quad (2)$$

Ze względu na fakt iż tarcza porusza się w polu magnetycznym magnesu trwałego w związku z czym istnieje również moment hamujący M_h który jest proporcjonalny do prędkości obrotowej dn/dt tarczy, tj. $M_h = k_2 \frac{dn}{dt}$, gdzie k_2 jest pewną stałą.

Ponieważ w toku pracy licznika ustala się równowaga momentów $M_n = M_h$, to wtedy obowiązuje relacja

$$k_1 P = k_2 \frac{dn}{dt}, \quad (3)$$

co po scałkowaniu za czas poboru energii od t_1 do t_2 pozwala zapisać:

$$k_1 A = \int_{t_1}^{t_2} k_1 P dt = \int_{n_1}^{n_2} k_2 dn = k_2 n \quad (4a)$$

lub

$$\frac{k_1}{k_2} A = C_L A = n, \quad (4b)$$

przy czym stała C_L występująca w równaniu (4b) nazywana jest stałą licznika. Odpowiada ona liczbie obrotów tarczy licznika przy poborze energii równej 1 kWh. Typowe wartości stałych liczników indukcyjnych zawierają się w granicach $375 \div 900$ obr/kWh [4].

Widok typowego jednofazowego indukcyjnego licznika energii czynnej zamieszczono na rys.2.



Rys.2. Widok typowego jednofazowego indukcyjnego licznika energii czynnej

3. METODY WYZNACZANIA BŁĘDÓW LICZNIKÓW INDUKCYJNYCH

Głównymi źródłami błędów liczników indukcyjnych są [4]:

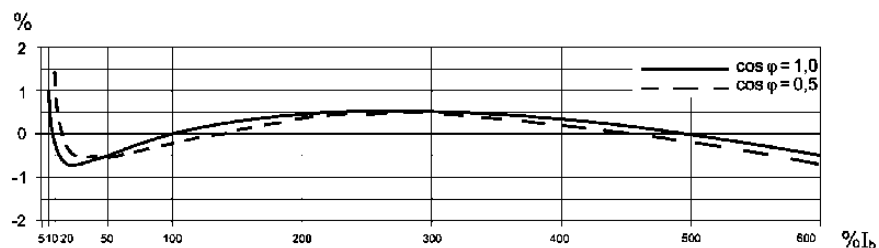
- konstrukcja licznika (niewłaściwa realizacja relacji $\Psi = 90^\circ - \varphi$, niewłaściwe ustawienie momentu hamującego M_h , brak kompensacji momentu pochodzącego od tarcia),
- czynniki zewnętrzne (przeciążenie prądowe, temperatura, zmiana częstotliwości sieci, wpływ obcych pól magnetycznych),
- błąd metody wzorcowania.

Wartość błędu licznika δ_L można określić z definicyjnego wzoru [4]:

$$\delta_L = \frac{A_L - A_{pop}}{A_{pop}} \cdot 100 \% , \quad (5)$$

gdzie A_L jest wartością energii obliczoną na podstawie n obrotów tarczy, tj. $A_L = n/C_L$ oraz A_{pop} jest poprawną wartością energii zmierzoną układem odniesienia (wzorcowym).

Przykładową charakterystykę błędów δ_L licznika w funkcji zmian prądu obciążenia od (5 ÷ 600) % wartości prądu bazowego I_b (tj. wartości prądu, dla której ustalane są istotne cechy licznika) zilustrowano na rys.3 [4].



Rys.3. Typowa charakterystyka błędów δ_L licznika indukcyjnego

Błąd licznika δ_L dla natężeń prądów mniejszych od około 10% I_b jest dodatni, co oznacza, że moment kompensujący tarcie przewyższa moment pochodzący od tarcia. Następnie dla prądów w zakresie (10 ÷ 100) % I_b następuje wzrost prędkości obrotowej tarczy licznika, a co za tym idzie, wzrost momentu tarcia, co w

konsekwencji prowadzi do zmiany wartości błędu δ_L na ujemną. Ponowny wzrost prądu w zakresie $(100 \div 400) \% I_b$ powoduje, że błąd δ_L przyjmuje wartość dodatnią, a przy wartościach $(400 \div 600) \% I_b$ środki kompensacji błędów licznika wynikające z konstrukcji obwodu magnetycznego licznika zanikają i wartość błędu δ_L przyjmuje wartość ujemną.

Wyznaczenie błędu licznika δ_L zgodnie z wzorem (5) sprowadza się w zasadzie do porównania wartości energii zmierzonej za pomocą badanego licznika z energią zmierzoną przy użyciu układu wzorcowego.

Zgodnie z [4,18] rozróżniamy metodę licznika kontrolnego (I) i metodę mocy i czasu (II).

I. *Metoda licznika kontrolnego.* Zaletą metody licznika normalnego jest możliwość wyznaczania błędu δ_L badanego licznika niezależnie od zmian wartości mocy P pobieranej przez obciążenie. Stąd błąd licznika δ_L określony jest w sposób następujący [4,18] :

$$\delta_L = \frac{N_{kn} - N_k}{N_k} \cdot 100 \% , \quad (6a)$$

gdzie: N_k — zmierzona liczba impulsów (obrotów tarczy) licznika kontrolnego oraz N_{kn} — liczba impulsów (obrotów tarczy) licznika kontrolnego, obliczona według wzoru [18]:

$$N_{kn} = \frac{C_k U_{wk} I_{wk}}{C_b U_b I_b} \cdot N , \quad (6b)$$

gdzie:

N — wybrana liczba impulsów (obrotów tarczy) licznika badanego,

C_k — wartość stałej licznika kontrolnego wyrażona w obrotach na kilowatogodzinę lub w impulsach na kilowatogodzinę,

U_{wk} — wartość napięcia na wejściu licznika kontrolnego wyrażona w woltach,

I_{wk} — wartość natężenia prądu na wejściu licznika kontrolnego wyrażona w amperach,

C_b — wartość stałej licznika badanego wyrażona w obrotach na kilowatogodzinę lub w impulsach na kilowatogodzinę,

U_b — wartość napięcia na wejściu licznika badanego wyrażona w woltach,

I_b — wartość natężenia prądu na wejściu licznika badanego wyrażona w amperach.

Wadą metody licznika kontrolnego są trudności w doborze licznika o wystarczającej dokładności, a także kłopotliwe określenie różnicy liczby obrotów N licznika badanego i kontrolnego N_k . Często zamiast pomiaru różnicy obrotów tarczy dokonuje się pomiaru różnicy czasu potrzebnego na wykonanie całkowitej liczby obrotów tarczy.

II. *Metoda mocy i czasu.* Jest to metoda pośrednia bazująca na pomiarze energii $A = Pt$, gdzie P jest mocą pobraną przez obciążenie w czasie t , przy czym $P = \text{const}$.

Błędy wskazań licznika indukcyjnego, wyznaczone metodą mocy i czasu, określa się przez pomiar czasu t , w którym tarcza przy danym obciążeniu mocą P wykonuje N obrotów, następnie wyliczenie wartości nominalnej czasu t_n , w którym tarcza licznika powinna wykonać N obrotów przy obciążeniu P , gdyby licznik wskazywał bezbłędnie, i obliczeniu błędu wskazania według wzoru [4,18]:

$$\delta_L = \frac{t_n - t}{t} \cdot 100 \% . \quad (7)$$

Stosując podczas sprawdzania metodę mocy i czasu, wartość nominalną czasu t_n , oznaczającą wartość liczbową czasu trwania N obrotów lub impulsów wyrażoną w sekundach, należy wyznaczyć zgodnie z wzorem [18]:

$$t_n = \frac{3600 \cdot 10^3}{C_{zn}} \cdot N , \quad (8)$$

gdzie: N -liczba obrotów lub liczba impulsów, C_{zn} -wartość liczbowa stałej licznika wyrażonej w obrotach na kilowatogodzinę lub w impulsach na kilowatogodzinę, P -wartość liczbowa mocy licznika wyrażonej w watach.

Wadą metody mocy i czasu jest konieczność zachowania warunku stałego poboru mocy przez obciążenie w ciągu odpowiednio dobranego czasu. Dlatego też stosuje się metodę zmodyfikowaną, która polega na pomiarze czasu trwania jednego obrotu tarczy licznika przy określonej mocy. Metoda ta nakłada jednak duże wymagania co do dokładności uchwycenia początku i końca obrotu tarczy. W tym celu stosuje się specjalne układy optoelektroniczne [4].

4. PODSTAWY PRAWNE KONTROLI METROLOGICZNEJ LICZNIKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ [3]

Nowa forma kontroli metrologicznej liczników energii elektrycznej wprowadzona została przez dyrektywę 2004/22/ WE Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z dnia 31 marca 2004 r. w sprawie przyrządów pomiarowych, znaną jako MID (Measuring Instruments Directive) [2].

MID należy do grupy dyrektyw nowego podejścia i odnosi się do czynności prowadzonych przed wprowadzeniem przyrządu do obrotu lub użytkowania. Obowiązujący przed wprowadzeniem dyrektywy system prawnej kontroli metrologicznej, obejmujący zatwierdzanie typu i legalizację pierwotną, zastępuje się systemem oceny zgodności. Okres użytkowania licznika energii elektrycznej nie jest objęty dyrektywą i został uregulowany w przepisach krajowych w formie legalizacji ponownej.

System postępowania polegający na ocenie zgodności wyrobów został uregulowany w Polsce w ustawie z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (z późniejszymi zmianami) [20] .

Przyjęty został następujący harmonogram wdrażania dyrektywy.

Do 29 października 2006 r. liczniki energii elektrycznej objęte dyrektywą mogły podlegać zatwierdzeniu typu przez Prezesa Głównego Urzędu Miar i legalizacji pierwotnej, dokonywanej przez organy administracji miar.

Od dnia 30 października 2006 r. nowe typy liczników objętych dyrektywą muszą być wprowadzane do obrotu lub użytkowania wyłącznie po dokonaniu oceny zgodności. Przez „wprowadzenie do obrotu” uznaje się udostępnienie po raz pierwszy we Wspólnocie przyrządu przeznaczonego dla użytkownika końcowego, również w formie nagrody lub bezpłatnie, natomiast przez „wprowadzenie do użytkowania” uważa się pierwsze użycie przyrządu przeznaczonego dla użytkownika końcowego do celów zgodnych z jego przeznaczeniem.

Okres od 30 października 2006 r. do 29 października 2016 r. jest okresem przejściowym co oznacza, że obowiązywać będą jednocześnie stare i nowe zasady wprowadzania liczników do obrotu lub użytkowania - stare wobec tych posiadających ważną decyzję zatwierdzenia typu, wydaną przed 30 października 2006 r. i nowe - wobec tych poddanych ocenie zgodności od 30 października 2006 r. Liczniki energii elektrycznej posiadające ważną decyzję zatwierdzenia typu, mogą być produkowane i poddawane legalizacji pierwotnej przez organy administracji miar oraz podmioty upoważnione aż do wygaśnięcia terminu ważności tej decyzji, ale nie dłużej niż do 29 października 2016 r.

Nowe konstrukcje liczników objęte dyrektywą MID, zgłaszane od 30 października 2016 r., są poddawane wyłącznie ocenie zgodności.

Ocena zgodności przyrządu pomiarowego z wymaganiami zasadniczymi zawartymi w dyrektywie przeprowadzana jest poprzez zastosowanie (z wyboru producenta) jednej z procedur oceny zgodności wymienionych w załączniku MI-003 do dyrektywy MID, zawierającym szczegółowe wymagania dla liczników:

- badanie typu oraz ocenę zapewnienia jakości procesu produkcyjnego przeprowadzonych w jednostkach notyfikowanych,
- badanie typu oraz weryfikacja wyrobu przeprowadzonych w jednostkach notyfikowanych,
- ocena systemu pełnego zapewnienia jakości w zakresie projektu, produkcji i kontroli wyrobu finalnego oraz badań przyrządu dokonana przez jednostkę notyfikowaną.

Zgodność przyrządu pomiarowego ze wszystkimi przepisami dyrektywy MID zaznaczona jest przez obecność znaku „CE” i dodatkowo znaku metrologicznego „M” z dwoma ostatnimi cyframi roku jego naniesienia, otoczonymi prostokątem, naniesionych przez producenta lub na jego odpowiedzialność.

Wdrożenie do polskiego prawa dyrektywy MID wymagało implementacji jej wymagań w ustawie - Prawo o miarach [5], w ustawie o systemie oceny zgodności [20], w rozporządzeniu w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych [19], w rozporządzeniu w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych [17] oraz rozporządzeniu w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli [6].

W ustawie Prawo o miarach ustalone zostały dziedziny stosowania przyrządów pomiarowych, dla których przyrządy te podlegają prawnej kontroli metrologicznej. Liczniki energii elektrycznej kwalifikują się do tych dziedzin. Jeżeli zostały wprowadzone do obrotu lub do użytkowania po dokonaniu oceny zgodności z zasadniczymi wymaganiami podlegają w użytkowaniu prawnej kontroli metrologicznej w zakresie legalizacji ponownej.

Zgodnie z załącznikiem nr 6 do rozporządzenia [19] liczniki energii elektrycznej czynnej prądu przemiennego do stosowania w gospodarstwach domowych, w usługach i handlu oraz w przemyśle drobnym, wprowadzone do obrotu lub użytkowania po dokonaniu oceny zgodności, powinny być zgłoszone do legalizacji ponownej po raz pierwszy przed upływem terminów:

- liczniki indukcyjne o mocy nominalnej nie większej niż 30 kW - 15 lat,
- pozostałe - 8 lat.

Okresy ważności legalizacji ponownych ustalono w rozporządzeniu w tych samych okresach.

Zgodnie z ustawą [20] domniemywa się, że wyrób spełnia określone zasadnicze wymagania, jeżeli jest zgodny z odpowiednimi postanowieniami norm zharmonizowanych lub specyfikacji zharmonizowanych.

Prezes Polskiego Komitetu Normalizacyjnego ogłasza dwa razy w roku, w drodze obwieszczenia, w Dzienniku Urzędowym Rzeczypospolitej Polskiej „Monitor Polski” numery i tytuły norm zharmonizowanych wraz z tytułami aktów prawnych wdrażających dyrektywy nowego podejścia i danymi dotyczącymi miejsca ich publikacji.

W zakresie sprawdzania wymagań dyrektywy MID wskazane zostały następujące normy zharmonizowane serii „Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego)”: PN-EN 50470-1:2008 [7], PN-EN 50470-2:2008[8], PN-EN 50470-3:2009[9], PN-EN 62058-11:2010 [10], PN-EN 62058-21:2010 [11], PN-EN 62058-31:2010 [12], PN-EN 62059-31-1:2009 [13] i PN-EN 62059-32-1:2012 [14].

5. SPRAWDZENIE WYMAGAŃ DOTYCZĄCYCH LICZNIKÓW INDUKCYJNYCH WG [18]

5.1. Sprawdzenie błędów granicznych dopuszczalnych wskazań liczników

W przypadku analizowanych liczników indukcyjnych istotne jest spełnienie wymagań określonych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać liczniki energii elektrycznej czynnej prądu przemiennego, oraz szczegółowego zakresu sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych [18].

Rozporządzenie to określa dla legalizacji liczników energii elektrycznej trzy klasy dokładności oznaczane literami: A, B, C, odpowiadające wcześniejszym klasom: 2, 1 i 0,5.

W tabelicy 1 zawarto wartości błędów granicznych dopuszczalnych wskazań oraz punkty obciążeń licznika indukcyjnego dla poszczególnych klas dokładności.

5.2. Próba biegu jałowego licznika indukcyjnego

Występowanie biegu jałowego licznika oznacza, że przy podłączonym napięciu (kolejno równe: 80 % wartości napięcia nominalnego oraz 110 % wartości napięcia nominalnego) i rozwartym obwodzie prądowym tarcza licznika indukcyjnego obraca się w sposób ciągły, tzn. wykonuje więcej niż jeden pełny obrót.

W przypadku licznika indukcyjnego o stałej licznika C_L mniejszej od 500 obr/kWh czas próby biegu jałowego powinien nie mniejszy niż 10 minut.

5.3. Próba rozruchu licznika indukcyjnego

Próba rozruchu licznika indukcyjnego polega na w zależności od rodzaju licznika i jego klasy dokładności wyrażonej w % wartości prądu bazowego I_b .

Tablica 1

Błędy graniczne dopuszczalne wskazań oraz punkty obciążenia dla jednofazowych liczników indukcyjnych [18]

Rodzaj licznika i obciążenia	Punkt obciążenia		Błędy graniczne dopuszczalne wskazań licznika wyrażone w % dla klas dokładności			
	prąd obciążenia	współczynnik mocy $\cos\phi$	C	B	A 2 ¹⁾	2 ²⁾
Liczniki jedno-fazowe	$0,1I_b$	1	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
	I_b	1	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$
	I_b	0,5 (indukcyjny)	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$
	I_{max}	1	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$
<p><i>Oznaczenia:</i></p> <p>1) Dotyczy liczników do pomiarów pośrednich i półpośrednich, o których mowa w § 2 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia,</p> <p>2) Dotyczy liczników do pomiarów bezpośrednich, o których mowa w § 2 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia.</p>						

Tablica 2

Wartość prądu rozruchu licznika indukcyjnego [18]

Rodzaj licznika	Wartość prądu rozruchu w zależności od rodzaju licznika i klasy dokładności wyrażona w % wartości prądu bazowego		
	C	B	A
Indukcyjny, jednotaryfowy bez dodatkowych urządzeń obciążających mechanicznie ruch obrotowy wirnika	0,4	0,4	0,5
Indukcyjny z dodatkowymi urządzeniami obciążającymi mechanicznie ruch obrotowy wirnika (np. liczydło wielotaryfowe, urządzenie do blokady ruchu wstecznego itp.)	0,4	0,4	0,5

5.4. Sprawdzenie wytrzymałości izolacji elektrycznej licznika

Podczas sprawdzenia wytrzymałości izolacji elektrycznej licznika - izolacja elektryczna sprawdzanego licznika powinna a wytrzymać przez okres jednej minuty, bez przebicia i przeskoku iskry, napięcie probiercze sinusoidalne o częstotliwości $(45 \div 65)$ Hz oraz wartości skutecznej określonej w tablicy 3.

Tablica 3

Wartość skuteczna napięcia probierczego oraz miejsce doprowadzenia tego napięcia [18]

Wartość skuteczna napięcia probierczego	Miejsce doprowadzenia napięcia probierczego
2 kV	Między zwartymi ze sobą wszystkimi torami prądowymi i napięciowymi, a także torami pomocniczymi, których napięcie nominalne przekracza 40 V, a metalową obudową licznika*. Podczas tego badania tory pomocnicze, których napięcie nominalne nie przekracza 40 V, powinny być połączone z obudową licznika.
600 V	Między rozłączonymi torami prądowymi i napięciowymi licznika, które w normalnej eksploatacji są ze sobą połączone (tylko liczniki indukcyjne).
4 kV	Między zwartymi ze sobą wszystkimi torami prądowymi i napięciowymi, a także torami pomocniczymi, których napięcie nominalne przekracza 40 V, a obudową licznika w izolacji II klasy ochronności.

* Gdy obudowa licznika wykonana jest całkowicie lub częściowo z materiału izolacyjnego, drugi biegun stanowi płyta metalowa, na której opiera się podstawa licznika.

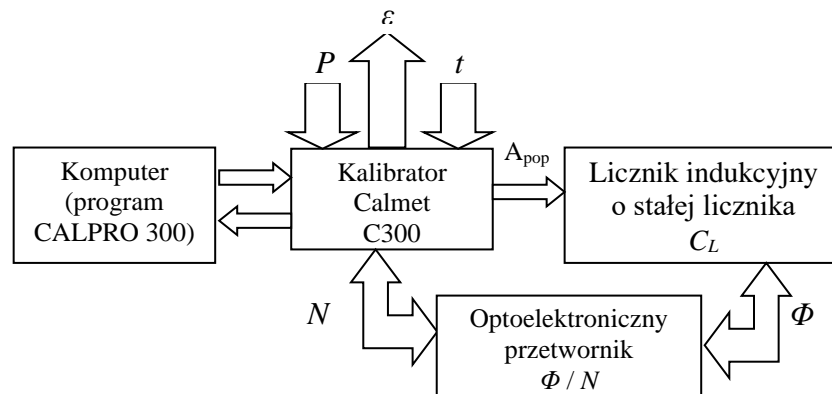
Tablica 4

Warunki odniesienia przewidziane do sprawdzania liczników indukcyjnych [18]

Wielkość wpływająca	Wartość odniesienia	Dopuszczalne odchylenie od wartości odniesienia liczniki indukcyjne klas dokładności		
		C	B	A
Temperatura otoczenia	23 °C	±1 °C	±2 °C	±2 °C
Pozycja pracy	Pionowa	± 0,5°	± 0,5°	± 0,5°
Napięcie	nominalne	± 0,5 %	± 1,0%	± 1,0%
Częstotliwość	nominalna	± 0,2 %	± 0,3 %	± 0,5 %

6. OPIS STANOWISKA POMIAROWEGO

Zestawione stanowisko pomiarowe (rys. 4) składa się z kalibratora 3-fazowego typu Calmet C300 [1] służącego do zadawania mocy P przez czas t , podłączonego z optoelektronicznym przetwornikiem strumienia świetlnego Φ na liczbę impulsów N , przy czym detekcja zmiany wartości tego strumienia jest jednoznaczna z detekcją położenia czarnego znacznika umieszczonego na obrotowej tarczy licznika indukcyjnego, a co za tym idzie, z detekcją liczby impulsów równych liczbie obrotów N tarczy licznika.



Rys.4. Schemat blokowy stanowiska pomiarowego do badania jednofazowych liczników indukcyjnych

Dedykowane dla kalibratora Calmet C300 oprogramowanie Calpro 300 umożliwia wyznaczenie wartości błędu licznika ε na podstawie definicyjnego wzoru (5) zapisanego teraz w postaci:

$$\varepsilon = \frac{A_L - A_{pop}}{A_{pop}} \cdot 100 \% = \frac{N / C_L - Pt}{Pt} \cdot 100 \% , \quad (9)$$

gdzie A_L jest wartością energii obliczoną na podstawie N obrotów tarczy, tj. $A_L = n/C_L$ oraz A_{pop} jest poprawną wartością energii określoną przez obwody wyjściowe kalibratora.

Dane znamionowe badanego licznika są następujące:

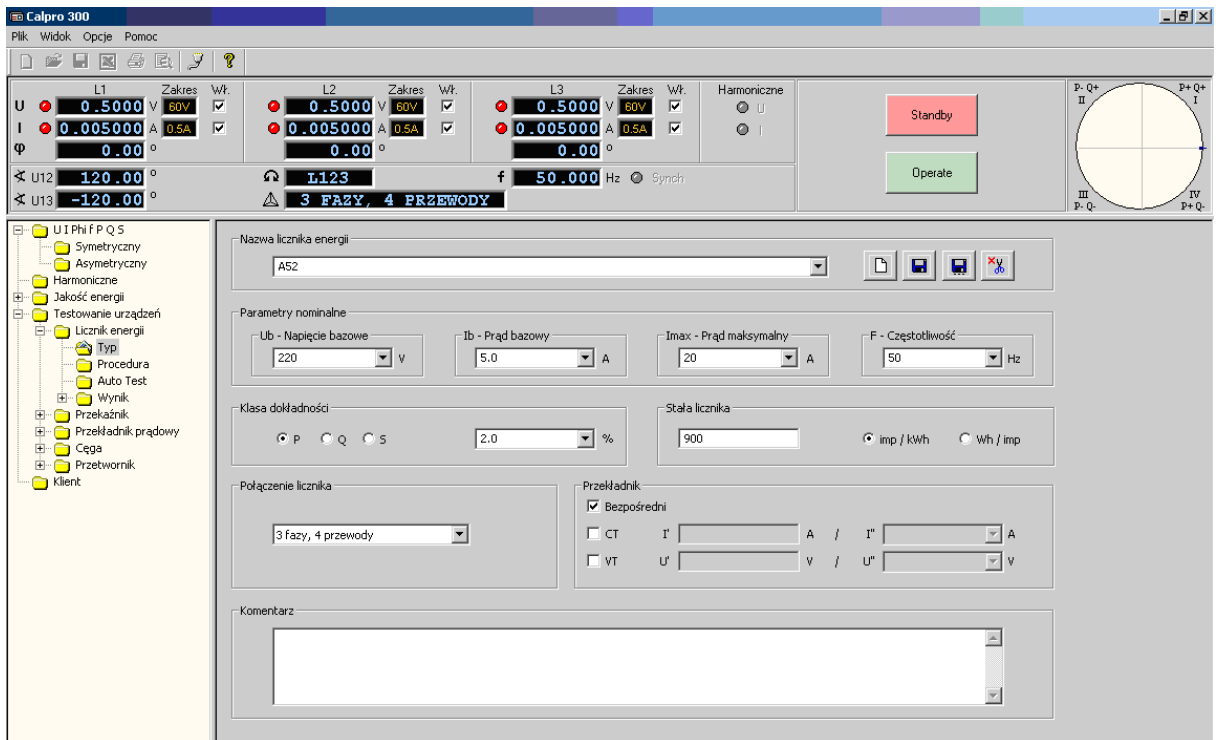
Typ licznika:	MOD A52
Napięcie znamionowe:	220[V]
Prąd znamionowy:	5[A]
Prąd maksymalny:	20[A]
Częstotliwość znamionowa:	50[Hz]
Klasa licznika:	2

Wybrane dane znamionowe kalibratora Calmet C300 są następujące [1]:

Zakres nastaw mocy P (dla jednej fazy):	67200,0 [W]
Rozdzielczość nastaw mocy P :	(0,00001÷1) [W]
Niepewność nastawy mocy P :	± 0,05 %
Zakres nastaw czasu t :	(1÷36000) [s]
Rozdzielczość nastaw czasu t :	1 [s]
Niepewność nastawy czasu t :	± 0,01 % ± 0,001 [s]
Zakres i rozdzielczość nastaw energii A_{pop} wynika z nastaw i rozdzielczości mocy P i czasu t	
Niepewność nastawy energii A_{pop} :	± 0,05 %

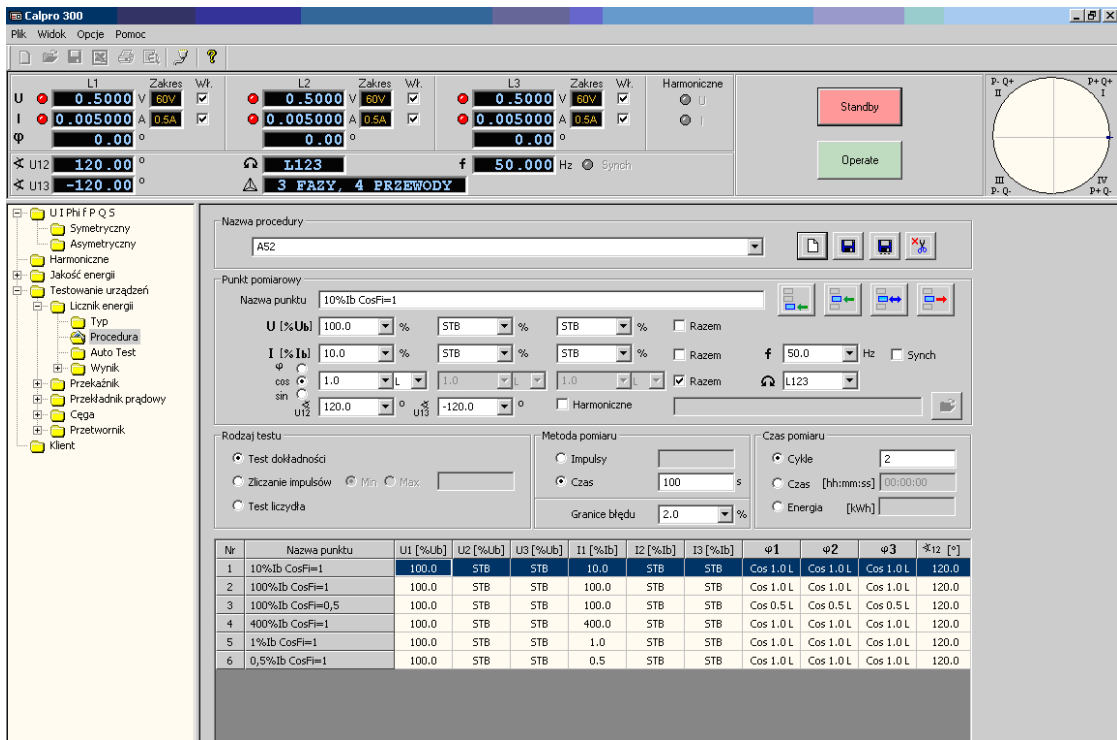
7. PROGRAM ĆWICZENIA

1. Przeprowadzić oględziny badanego licznika, notując w protokole badań dane nominalne licznika oraz wszelkie uwagi i spostrzeżenia dotyczące jego stanu.
2. Załączyć komputer, kalibrator Calmet C300 i zasilacz optoelektronicznego przetwornika strumienia świetlnego Φ na liczbę impulsów N .
3. Uruchomić na komputerze program Calpro 300. Pojawi się menu nastaw kalibratora (rys.5). Po uruchomieniu programu z listy po lewej stronie wybieramy: Testowanie urządzeń > Liczniki energii > Typ. Następnie wybieramy w „Nowy” przy nazwie licznika energii. Parametry wypełniamy zgodnie z tabliczką znamionową znajdującą się na liczniku po czym zapisujemy.

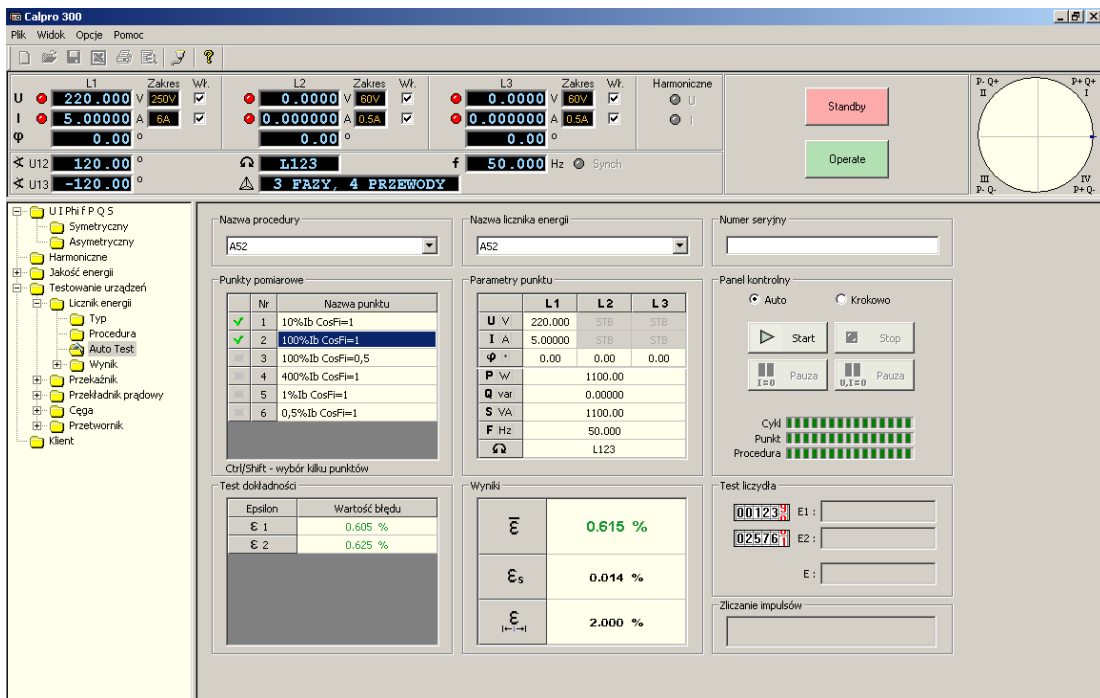


Rys.5. Menu nastaw kalibratora

4. Następnie przechodzimy do zakładki > Procedura programu Calpro 300. Pracę licznika sterujemy parametrami I [w wartościach % prądu bazowego I_b] oraz $\cos\varphi$. Parametry punktów obciążenia licznika określają wymagania wg tablicy 1: $(0, I_b ; \cos\varphi = 1)$, $(I_b ; \cos\varphi = 1)$, $(I_b ; \cos\varphi = 0,5 (RL))$ i $(I_{\max} = 4I_b ; \cos\varphi = 1)$. Widok strony „Procedura” programu Calpro 300 zamieszczono na rys.6.
5. Następnie przechodzimy do zakładki > Auto Test programu Calpro 300. Wybieramy z zakładek utworzone przez nas wcześniej nazwy procedur: $(0, I_b ; \cos\varphi = 1)$, $(I_b ; \cos\varphi = 1)$, $(I_b ; \cos\varphi = 0,5 (RL))$ i $(I_{\max} = 4I_b ; \cos\varphi = 1)$ oraz wybieramy typ licznika. Wybieramy przycisk > Start i czekamy na wyniki badania licznika. W przypadku braku możliwości detekcji przez optoelektroniczny przetwornik znacznika tarczy licznika może się pojawić odpowiedni komunikat. Należy wówczas skorygować położenie fotogłówki przetwornika. Wynik sprawdzania wskazań licznika zawiera komunikat w dolnej części strony „Auto Test” programu Calpro 300 (rys.7).



Rys.6. Widok strony „Procedura” programu Calpro 300



Rys.7. Widok strony „Auto Test” programu Calpro 300

Wynik sprawdzania licznika określa wtedy błąd względny ε zapisany w postaci:

$$\varepsilon [\%] = \bar{\varepsilon} \cdot (1 \pm \varepsilon_s), \quad (10)$$

przy czym $|\varepsilon| \leq |\varepsilon_{\leftrightarrow}|$, gdzie $|\varepsilon_{\leftrightarrow}|$ jest błędem granicznym dopuszczalnym wskazań licznika o wartościach wynikających z tablicy 1.

6. Celem sprawdzenia próby jałowej licznika dołączyć do obwodów napięciowych licznika, przy otwartych obwodach prądowych, kolejno napięcia równe: 80 % wartości napięcia odniesienia U_n oraz 110 % wartości napięcia odniesienia U_n przy czym wtedy tarcza licznika indukcyjnego dla obydwu tych napięć nie powinna wykonać jednego pełnego obrotu.
7. Przeprowadzenie próby rozruchu licznika polega na sprawdzeniu wartości prądu rozruchu, przy którym tarcza licznika indukcyjnego powinna wykonać płynnie co najmniej jeden obrót, przy czym wartość prądu rozruchu w zależności od rodzaju licznika i klasy dokładności wyrażoną w % wartości prądu bazowego zestawiono w tablicy 2.
8. Oszacować i skomentować stabilność warunków odniesienia przewidzianych do sprawdzania liczników indukcyjnych na stanowisku w oparciu o dane wg tablicy 4.
9. W sprawozdaniu zamieścić:
 - cel ćwiczenia,
 - schemat układu pomiarowego,
 - dane znamionowe licznika i kalibratora,
 - opis przebiegu ćwiczenia,
 - opracowanie wyników badania licznika
 - wyniki prób: biegu jałowego i rozruchu licznika,
 - wnioski i uwagi końcowe.

8. PYTANIA KONTROLNE

1. Wyjaśnij ideę pomiaru energii czynnej.
2. Jaka jest zasada działania indukcyjnego licznika energii czynnej?
3. Jakie wymagania powinien spełniać licznik energii elektrycznej?
4. Co to jest bieg jałowy licznika i jak się go wyznacza?
5. Co to jest prąd rozruchu licznika i jak się go wyznacza?

9. LITERATURA

- [1] C300. Trójfazowy kalibrator mocy i tester aparatury energetycznej, www.calmet.com.pl.
- [2] Dyrektywa 2004/22/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 marca 2004r. w sprawie przyrządów pomiarowych (Dz. U. L. Nr 135 z 30 kwietnia 2004r., str.1).
- [3] Kasperczyk B., Skórkowski A.: Współczesne koncepcje konstrukcji liczników energii elektrycznej i prawne podstawy ich badania, Śląskie Wiadomości Elektryczne, vol. 23, nr 1, 2016, str. 30 – 34.

- [4] Kuśmierek Z.: Pomiary mocy i energii w układach elektroenergetycznych, WNT, Warszawa, 1994.
- [5] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 czerwca 2016 roku w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo o miarach. (Dz. U. z 2016 r. poz. 884, Dz. U. z 2017 r. poz. 976).
- [6] Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 13 kwietnia 2017r. w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli (Dz. U. z 2017 r. poz. 885).
- [7] PN-EN 50470-1:2008. Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) - Część 1: Wymagania ogólne, badania i warunki badań - Urządzenia do pomiarów (klas A, B i C).
- [8] PN-EN 50470-2:2008. Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) - Część 2: Wymagania szczegółowe - Liczniki elektromechaniczne energii czynnej (klas A i B).
- [9] PN-EN 50470-3:2009. Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) - Część 3: Wymagania szczegółowe - Liczniki statyczne energii czynnej (klas A, B i C).
- [10] PN-EN 62058-11:2010. Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) - Kontrola odbiorcza - Część 11: Ogólne metody stosowane w kontroli odbiorczej.
- [11] PN-EN 62058-21:2010. Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) - Kontrola odbiorcza - Część 21: Wymagania szczegółowe dotyczące liczników elektromechanicznych energii czynnej (klas 0,5, 1 i 2 oraz klas A i B).
- [12] PN-EN 62058-31:2010. Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) - Kontrola odbiorcza - Część 31: Wymagania szczegółowe dotyczące liczników statycznych energii czynnej (klas 0,2 S, 0,5 S, 1 i 2 oraz klas A, B i C).
- [13] PN-EN 62059-31-1:2009. Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej - Niezawodność - Część 31-1: Przyspieszone badania nieuszkodzalności - Podwyższone temperatura i wilgotność.
- [14] PN-EN 62059-32-1:2012. Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej - Niezawodność - Część 32-1: Trwałość - Badania stabilności właściwości metrologicznych przez zastosowanie podwyższonej temperatury.
- [15] Niezawodność - Część 32-1: Trwałość - Badania stabilności właściwości metrologicznych przez zastosowanie podwyższonej temperatury
- [16]] PN-EN 62059-41:2006. Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej - Niezawodność - Część 41: Prognozowanie nieuszkodzalności.

- [17] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2006 r., Nr 3, Poz. 27 z późn. zm.).
- [18] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008r. w sprawie wymagań którym powinny odpowiadać liczniki energii elektrycznej czynnej prądu przemiennego, oraz szczegółowego zakresu sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych tych przyrządów pomiarowych (Dz. U. 2008r., Nr 11, Poz. 63).
- [19] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych z późniejszymi zmianami (Dz. U. 2008 r. nr 5 poz. 29 z późn. zm.).
- [20] Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz. U. 2002 nr 166 poz. 1360 z późn. zm.)

v.1 / sierpień 2021 r.