

## AUTOMATYZACJA BADAŃ ZABURZEŃ NAPIĘCIA ZASILAJĄCEGO TAKSOMETRÓW

Dariusz LUŚTYK<sup>1</sup>, Michał MOSIĄDZ<sup>2</sup>, Marta WIERZEJSKA-ADAMOWICZ<sup>3</sup>

1. Główny Urząd Miar, Laboratorium Badań i Rozwoju Oprogramowania  
tel.: (+48 22) 581 93 93 e-mail: d.lustyk@gum.gov.pl
2. Główny Urząd Miar, Laboratorium Badań i Rozwoju Oprogramowania  
tel.: (+48 22) 581 93 93 e-mail: m.mosiadz@gum.gov.pl
3. Główny Urząd Miar, Laboratorium Taksometrów i Tachografów  
tel.: (+48 22) 581 93 93 e-mail: m.adamowicz@gum.gov.pl

**Streszczenie:** W Głównym Urzędzie Miar wykonuje się badania taksometrów dla potrzeb oceny zgodności tych przyrządów, zgodnie z Dyrektywą MID. W ramach doskonalenia metodyki badań wpływu jakości zasilania taksometru na rejestrowane pomiary zbudowano stanowisko badań wyposażone w program sterujący zasilaczem. Dzięki zastosowanym technologiom informatycznym uzyskano poprawę powtarzalności procesu pomiarowego, obniżono uciążliwość wykonywania badań oraz podniesiono jakość uzyskiwanych wyników, w tym dokładność wykonywanych pomiarów.

**Słowa kluczowe:** taksometr, automatyzacja pomiaru, ocena zgodności, oprogramowanie metrologiczne.

### 1. WSTĘP

Przyrządy pomiarowe stosowane do pomiarów, na których podstawie wyznaczana jest wartość transakcji, muszą wykazywać się wysoką wiarygodnością wskazań oraz poprawnością rejestracji danych, zwłaszcza w granicznych warunkach użytkowania oraz sytuacjach awaryjnych. Jednym z czynników mogących mieć wpływ na poprawność działania przyrządu jest stabilność źródła zasilania. Wynika to z konieczności zapobiegania manipulacjom pomiarem przez zaburzenie stabilności źródła zasilania, a także niestabilnością źródeł zasilania. Ryzyko niekontrolowanego spadku napięcia zasilającego występuje w przypadku urządzeń mobilnych, zasilanych z elektrycznej instalacji samochodowej z akumulatorów i baterii wewnętrznych. Wśród tego typu przyrządów znajdują się taksometry podlegające ocenie zgodności, zaliczane zależnie od konstrukcji do klasy ryzyka C lub D według systematyki przewodnika WELMEC WG7.2 [1].

W ramach oceny zgodności taksometru, wykonywanych wg modułu B Dyrektywy MID [2], realizowane są badania wpływu przebiegu zasilania taksometru na poprawność rejestracji danych metrologicznych związanych z przebiegiem kursu. Wymagania dotyczące odporności na zaburzenia zasilania, których weryfikacja następuje podczas oceny zgodności taksometru, określa pkt 9 Załącznika IX Dyrektywy MID [2], pkt 3.5.2 i 5.2.5 dokumentu OIML R21:2007 [3], a także rozdz. 10.7.3 przewodnika WELMEC 7.2 [1]. Zgodnie z określonymi tam kryteriami taksometr musi spełniać wymagania metrologiczne i poprawnie realizować pomiar w

określonym zakresie napięcia zasilającego. Zgodnie z wymaganiami [3] poprawne są następujące reakcje taksometru:

- kontynuacja lub wznowienie pracy bez utraty danych zarejestrowanych przed spadkiem napięcia, jeżeli spadek napięcia miał charakter chwilowy, krótszy niż 20 s,
- przerwanie bieżącego pomiaru i powrót do stanu pracy „WOLNY”, jeżeli spadek napięcia trwał dłużej niż 20 s przy czym zapisane dane pomiarowe dotyczące kursu, do momentu spadku napięcia, powinny być poprawne,
- wskazanie znaczącego błędu pomiaru lub automatyczne unieruchomienie usługi rejestracji kursu, jeżeli spadek napięcia trwał dłużej niż 20 s.

Manipulacje źródłem zasilania taksometru możliwe są bez konieczności posiadania zaawansowanej wiedzy technicznej, natomiast wiarygodność rejestracji należności za odbyty kurs budzi często wątpliwości wśród klientów. Z tego względu szczególną staranność należy wykazać podczas badań dla potrzeb oceny zgodności tych przyrządów, co leży w interesie obu stron transakcji.

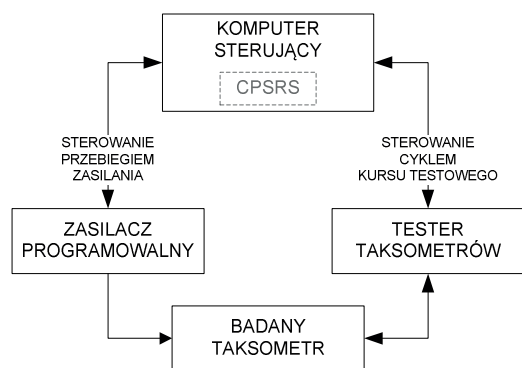
### 2. METODA POMIAROWA

Aby zweryfikować, czy taksometr spełnia wymagania określone w pkt. 3.5.2 zgodnie z opisem zawartym w rozdz. A.5.4.3.1 dokumentu OIML R21:2007 [3], wykonywane jest badanie zgodnie z normą ISO 16750-2 [4]. Badanie polega na poddaniu taksometru zmianom napięcia zasilania od wartości dolnej granicy napięcia zasilania  $U_{\min}$  do wartości napięcia 0 V, z krokiem 0,5 V/min., następnie od wartości 0 V do wartości górnej granicy napięcia zasilania  $U_{\max}$ , z krokiem 0,5 V/min. W trakcie zmian napięcia obserwowana jest praca taksometru i przeprowadzane są pomiary błędów długości przebytej drogi i przedziału czasu.

Wymagania określone w pkt. 5.2.5 sprawdzane są zgodnie z opisem zawartym w rozdz. A.5.4.3.2 dokumentu OIML R21:2007 [3]. Badanie sprowadza się do obserwacji reakcji taksometru na nagły spadek napięcia poniżej jego dolnej granicy  $U_{\min}$  do wartości: 90%  $U_{\min}$ , 40%  $U_{\min}$  i 0 V na okres: 7 s, 14 s, 15 s, 17,5 s, 20 s, 21 s i 30 s.

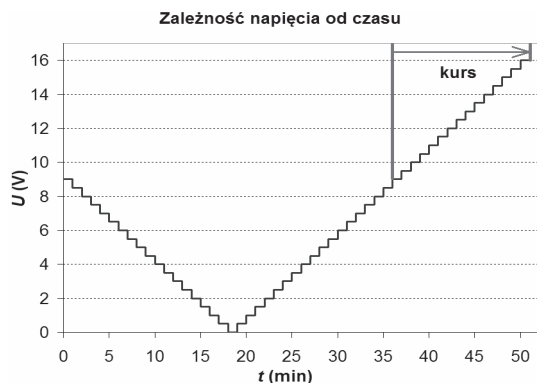
### 3. UKŁAD POMIARU I PRZEBIEG BADAŃ

Dla zapewnienia realizacji badań odporności taksometru na zaburzenia napięcia zasilania, zbudowano stanowisko pomiarowe (rys. 1), składające z komputera sterującego ze specjalnie opracowanym oprogramowaniem CPSRS (Control Power Supply via RS), zasilacza regulowanego, testera taksometrów TT2-EU oraz obiektu badanego (taksometru podlegającego testom).



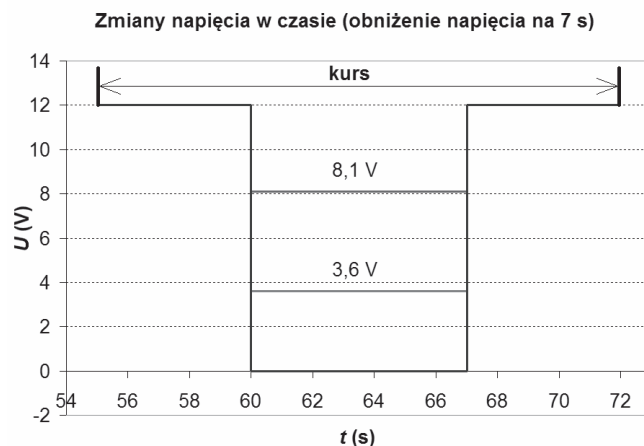
Rys. 1. Stanowisko badań zasilania taksometrów

Podczas badania wg pkt. A.5.4.3.1. OIML R21 [3] dla napięcia zasilania taksometru 12 V, przy włączonym taksometrze, obniżano skokowo napięcie od 9 V ( $U_{min}$ ) do 0 V z krokiem 0,5 V na minutę, następnie spowodowano jego wzrost z tym samym krokiem do 9 V. Przy napięciu 9 V rozpoczęto rejestrację kursu, kontynuując zwiększanie napięcia zasilającego do 16 V ( $U_{max}$ ), zgodnie z rys. 2. Kryterium akceptacji badań jest uzyskanie poprawnej rejestracji kursu przez taksometr, przy czym błędy pomiaru drogi i czasu nie mogą przekraczać wartości błędów granicznych dopuszczalnych.



Rys. 2. Przebieg badań zgodnie z pkt. A.5.4.3.1 OIML R21 [3]

Podczas badania zgodnie z pkt. A.5.4.3.2. OIML R21 [3], taksometr uruchamiano do rejestracji kursu tylko „z drogi” przy napięciu zasilającym 12 V, następnie po przejechaniu określonego odcinka napięcie skokowo obniżano do określonej wartości na pewien czas, po upływie którego przywracana była wyjściowa wartość napięcia. Napięcie było zmieniane zgodnie z pkt. A.5.4.3.2 OIML R21 [3]. Przebiegi napięcia zasilającego w trakcie badań ilustruje wykres na rys. 3.



Rys. 3. Przykładowe przebiegi badań zgodnie z pkt. A.5.4.3.2 OIML R21 [3]

Wyniki badań określone są na podstawie:

- obserwacji reakcji taksometru na zaburzenie napięcia zasilającego,
- poprawności wskazań taksometru związanych z zarejestrowanym kursem.

W trakcie badań dokonuje się powtórzenia symulacji rejestracji kursu:

- przebiegającego poprawnie, jako wynik oczekiwany,
- z wymuszonymi zaburzeniami napięcia zasilającego.

Po wykonaniu cyklu badań oba wyniki są porównywane. Taksometr spełnia wymagania jeżeli jego reakcja na zadane zaburzenie jest taka jaką przewidziano w Dyrektywie MID [2] i w pkt. A.5.4.3.2. OIML [3] oraz jeżeli wartości błędów wskazań nie przekraczają wartości błędów granicznych dopuszczalnych określonych przez Dyrektywę MID [2]:

- dla przedziału czasu:  $\pm 0,1 \%$ , przy czym wartość minimalna: 0,2 s,
- dla długości przebytej drogi:  $\pm 0,2 \%$ , przy czym wartość minimalna: 4 m,
- dla obliczenia opłaty:  $\pm 0,1 \%$ , przy wartości minimalnej odpowiadającej najmniej znaczącej cyfrze wskazania opłaty, z uwzględnieniem zaokrąglania.

### 4. AUTOMATYZACJA STANOWISKA BADAŃ

W trakcie budowy stanowiska badań zwrócono uwagę na konieczność zapewnienia powtarzalności profilu zasilania taksometru. Ręczne sterowanie przebiegiem napięcia zasilania taksometru powoduje niedokładności ustawienia napięcia przy zachowaniu czasu trwania zmiany, a także trudność uzyskania powtarzalności przebiegu. Prowadzi to w szczególnych sytuacjach do nieprawidłowego przebiegu procedury badań oraz możliwości uzyskania błędnego wyniku. Uzyskanie wiarygodnych wyników w takiej sytuacji powinno być wsparte kilkakrotnym powtarzaniem procedury i analizą statystyczną.

Wykorzystanie nowoczesnych, programowalnych źródeł zasilania, umożliwiających zaprogramowanie przebiegu czasowego i amplitudy zmian napięcia zasilającego poprawia jakość i powtarzalność zadanych profili zasilania, jednak stwarza konieczność każdorazowego czasochłonnego programowania przyrządu.

Automatyzacja procedury pomiarowej umożliwia:

- poprawę powtarzalności zadawanych przebiegów zasilania dla różnych przyrządów pomiarowych,

- obniżenie ryzyka niewłaściwej oceny przyrządu wskutek błędów operatora stanowiska badań,
- skrócenie czasu badań poprzez wyeliminowanie konieczności wielokrotnej realizacji badań,
- możliwość stworzenia biblioteki przebiegów wzorcowych dla różnego typu badanych przyrządów (nie tylko taksometrów),
- poszerzenie oferty poprzez badania niestandardowych przebiegów lub dostosowanych do zmian wymagań prawnych.

## 5. OPROGRAMOWANIE

Stanowisko badań taksometrów dla potrzeb oceny zgodności sterowane jest przez oprogramowanie napisane w środowisku programistycznym Visual Studio 2010 w języku C#. Program steruje pracą zasilaczy serii GW INSTEK PSP-405, PSP 603, PSP 2010. Architektura programu umożliwia jego wykorzystanie do innych typów zasilaczy z odmiennym pakietem rozkazów sterujących i parametrów komunikacji, co zapewnia możliwość dostosowania do zmian wyposażenia stanowiska badań.

Parametry sterowania zasilaczem zapisane są w pliku XML w kategoriach, które obejmują:

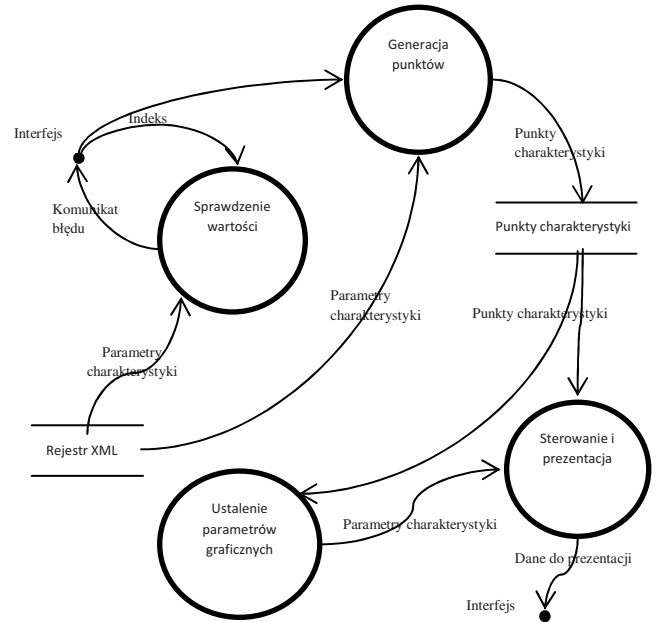
- ustawienie jednego z parametrów: napięcia, prądu lub mocy,
- realizacji w czasie przebiegów liniowych parametrów a),
- realizacji sterowania złożonego z dowolnej liczby przebiegów b).

Parametry sterowania zasilaczem są wprowadzane w oknie programu, a ich wykonanie warunkuje automatyczna kontrola poprawności. Zastosowanie rejestru XML umożliwia dostosowanie programu do zmian konfiguracji stanowiska i procedur pomiarowych.

Podstawowe procesy i przepływy danych dla uzyskania sterowania napięciem, prądem lub mocą przedstawia, diagram przepływu danych (rys. 4), który zawiera:

- procesy:
  - sprawdzenie wartości – kontrola parametrów sterowania w dopuszczalnym dla zasilacza zakresie wartości,
  - generacja punktów - utworzenie zbioru punktów charakterystyki,
  - ustalenie parametrów graficznych - określenie zakresu prezentacji, opisu odciętej i rzędnej,
  - sterowanie i prezentacja – sekwencyjne wysyłanie komend do zasilacza zgodnie z definicją charakterystyki i bieżąca prezentacja przebiegu sterowania w oknie programu,
- magazyny danych:
  - rejestr XML - parametry komunikacji RS, definicje komend i charakterystyk zapisane w pliku XML,
  - punkty charakterystyki - punkty w układzie płaskim oraz przesunięcie na osi odciętych następnego punktu,
- przepływy danych:
  - indeks – niepowtarzalny identyfikator charakterystyki,
  - parametry charakterystyki – kategoria a) lub b) sterowania, parametr sterowania (napięcie, prąd,

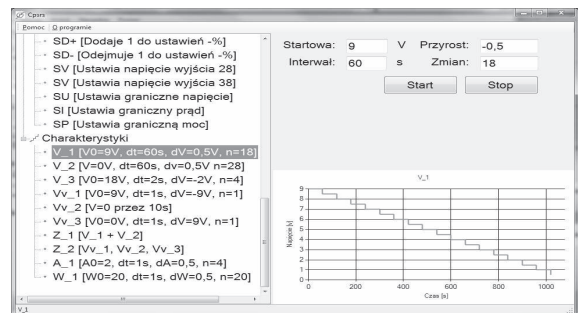
- moc), wartość początkowa, przyrost wartości, interwał, liczba zmian wielkości sterowanej,
  - komunikat błędu - treść błędu postaci danych lub przekroczenia wartości dopuszczalnej,
  - dane do prezentacji – zbiór punktów charakterystyki,
  - parametry charakterystyki - zakres wartości na osiach, oznaczenie osi, tytuł charakterystyki,
- i terminator „interfejs” - okno główne programu.



Rys. 4 Diagram przepływu danych sterowania zasilaczem

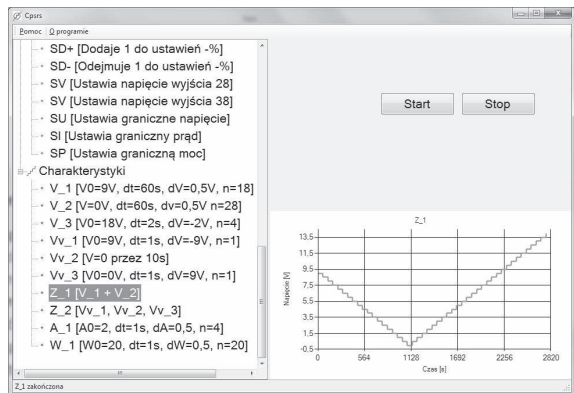
Układ steruje zmianą napięcia zasilacza w celu realizacji podstawowych charakterystyk: rosnącej, stałej i malejącej oraz przebiegi o dowolnym kształcie zbudowane ze złożenia charakterystyk podstawowych.

Przykładowe okno programu podczas jego działania ilustruje rys. 5 dla zaprogramowanej charakterystyki schodkowo malejącej od wartości 9 do 0,5 V z przyrostem -0,5 V i liczbą 18 zmian napięcia realizowanych z interwałem 60 s. Okno programu zawiera listę pozycji obejmującej ww. kategorie a), b), c), pola parametrów charakterystyki, elementy sterujące oraz generowany przebieg napięcia w funkcji czasu. Parametry sterowania mogą być zmieniane w interfejsie użytkownika i zapisywane w pliku XML.



Rys. 5. Okno programu po wykonaniu liniowej charakterystyki napięcia

Na rysunku 6 pokazano przebieg charakterystyki napięciowej taksometru zgodny z normą ISO 16750-2 [4], która jest przykładem realizacji sterowania złożonego z dwóch zapisanych w pliku XML przebiegów liniowych napięcia.



Rys. 6 Okno programu podczas generowania zaprogramowanej charakterystyki napięcia zasilającego, zgodnie z normą ISO 16750-2

## 6. WNIOSKI

Automatyzacja układu pomiarowego przyczyniła się do:

- uzyskania większej dokładności przebiegu napięcia poprzez wyeliminowanie błędów ręcznego sterowania,

## AUTOMATION OF PERTURBATION TEST OF TAXIMETER SUPPLY VOLTAGE

The tests of taximeters supply voltage perturbations are performed in Central Office of Measures. This tests are part of conformity assessment procedure for taximeters according to MID Directive. For performing tests according to OIML and ISO regulations new measurement system was build. The measurement system contain special software for automation voltage supply characteristic. Automation results in better reproducibility of measurement process parameters, shorter time of measurements and better quality of measurement results.

**Keywords:** taximeter, software for automation, conformity assessment, metrological software.

- zapewnienia powtarzalności sygnału zasilającego dzięki utworzeniu biblioteki przebiegów wzorcowych dostosowanych do typów taksometrów,
- redukcji czasu przygotowania i wykonania badań o około 30 %,
- powstania elastycznego środowiska do badań taksometrów, umożliwiającego dostosowanie stanowiska do różnych scenariuszy badań wynikających z regulacji prawnych i normalizacyjnych oraz specyfiki badanego przyrządu.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. WELMEC 7.2 Software Guide, 2015.
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/32/WE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku przyrządów pomiarowych.
3. OIML R 21 Edition 2007 (E), International Recommendation. Taximeters. Metrological and technical requirements, test procedures and test report format.
4. ISO 16750-2 (2010) Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 2: Electrical loads.