

Automatyzacja badań zaburzeń napięcia zasilającego taksometrów

Automation of perturbation test of taximeter supply voltage

Dariusz Luśtyk, Michał Mosiądz, Marta Wierzejska-Adamowicz (Główny Urząd Miar)

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, dokonano automatyzacji układu zasilania. Dzięki zastosowanym technologiom informatycznym uzyskano poprawę powtarzalności procesu pomiarowego, obniżono uciążliwość wykonywania badań oraz podniesiono jakość uzyskiwanych wyników, w tym dokładność wykonywanych pomiarów.

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 built. The measurement system contain special software for automation voltage supply characteristic. Automation results in better reproductibility of measurement process parameters, shorter time of measurements and better quality of measurement results.

Wprowadzenie

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

W ramach procesu oceny zgodności taksometru, wykonywanego zgodnie z modułem B Dyrektywy MID [2], realizowane są badania w zakresie wpływu

przebiegu zasilania taksometru na poprawność jego pracy i rejestracji danych metrologicznych związanych z przebiegiem kursu. Wymagania dotyczące odporności na zaburzenia zasilania, których weryfikacja następuje podczas badań oceny zgodności taksometru, określa pkt 9 Załącznika IX Dyrektywy MID oraz pkt 3.5.2 i 5.2.5 dokumentu OIML R21:2007 [3], a także rozdz. 10.7.3 przewodnika WELMEC 7.2. Zgodnie z określonymi tam kryteriami, taksometr powinien spełniać wymagania metrologiczne i poprawnie realizować pomiar w określonym zakresie napięcia zasilającego. W przypadku spadku napięcia poniżej dolnej granicy, określonego przez producenta zakresu roboczego napięcia zasilania, taksometr powinien [3]:

- kontynuować lub wznowić poprawną pracę bez utraty danych zarejestrowanych przed spadkiem napięcia, jeżeli spadek napięcia miał charakter chwilowy (krótszy niż 20 s), jak podczas uruchomienia silnika,
- przerwać bieżący pomiar i wrócić do stanu pracy „WOLNY”, jeżeli spadek napięcia trwa dłuższy czas (ponad 20 s). W tym przypadku taksometr powinien wznowić swoje poprawne działanie. Zapisane dane pomiarowe dotyczące kursu,

podczas którego nastąpił spadek napięcia, także powinny być poprawne,

- dodatkowo, jeżeli spadek napięcia jest długotrwały, taksometr powinien wskazać znaczny błąd pomiaru lub automatycznie unieruchomić usługę rejestracji kursu.

Wiarygodność pracy taksometru, również w przypadku wystąpienia zaburzeń napięcia zasilania, jest szczególnie istotna dla zapewnienia poprawności pomiaru, na podstawie których wyznaczana jest należność za zrealizowany kurs. 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.

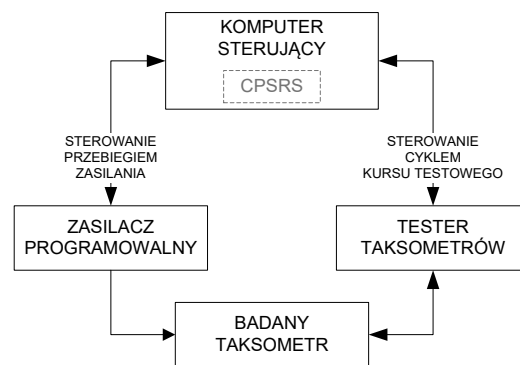
Metoda pomiarowa

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, 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. 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.

Układ pomiarowy i przebieg badania

Dla zapewnienia możliwości sprawnej realizacji badań odporności taksometru na zaburzenia napięcia zasilania, w GUM zbudowano specjalne stanowisko pomiarowe (rys. 1), składające się z komputera steru-

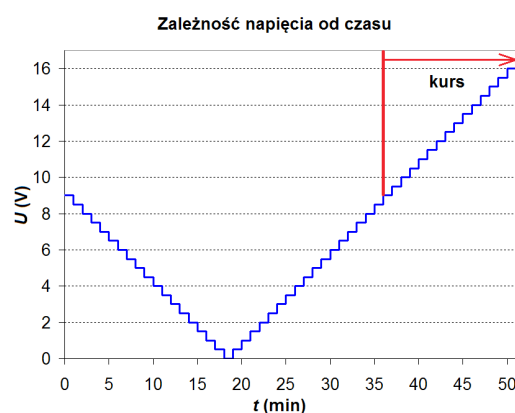


Rys. 1. Stanowisko badań zasilania taksometrów

jącego ze specjalnie opracowanym oprogramowaniem CPSRS, zasilacza regulowanego GW UNITEK typu PSP, testera taksometrów typu TT2–EU oraz obiektu badanego (taksometru podlegającego testom).

Podczas badania wg pkt. A.5.4.3.1. OIML R21 dla napięcia zasilania taksometru 12 V, przy włączonym taksometrze, obniżano skokowo napięcie od wartości 9 V (U_{\min}) do 0 V z krokiem 0,5 V na minutę, następnie spowodowano jego wzrost z tym samym krokiem do wartości 9 V. Przy napięciu 9 V rozpoczęto rejestrację kursu, kontynuując równocześnie zwiększanie napięcia zasilającego do wartości 16 V (U_{\max}). Przebieg badania ilustruje 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.

Podczas badania zgodnie z pkt. A.5.4.3.2. OIML R21, 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 określony czas, po upływie którego przywracana była wyjściowa wartość napięcia. Napięcie było zmieniane



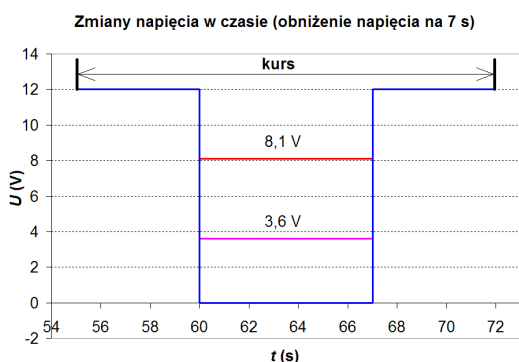
Rys. 2. Przebieg badań zgodnie z pkt. A.5.4.3.1 OIML R21

Table 9 – Voltage reductions below lower operating limit

| Environmental phenomenon | Test specification | | | Test setup |
|---|--|------------------------------|---|--------------------------------------|
| | % of lower value of voltage reduction, V_L | Width of reduction (seconds) | Requirement | |
| Slow dips below the lower operating voltage limit | 90, 40, 0 | 7, 14 | Taximeter should show the previously indicated fare | No reference to standards at present |
| | | 15, 17.5, 20 | Taximeter should show the previously indicated fare or switch to the "For Hire" (Free) operating position | |
| | | 21, 30 | Taximeter should switch to the "For Hire" operating position | |

Note: For specifications of the supply voltage used during the test to simulate the battery, refer to ISO 7637-2 [20], clause 4.4 [8].

Rys. 3. Schemat przebiegu badań wg A.5.4.3.2 OIML R21



Rys. 4. Przykładowe przebiegi badań zgodnie z pkt. A.5.4.3.2 OIML R21

zgodnie z przyjętymi zasadami (rys. 3). Typowe przebiegi napięcia zasilającego w trakcie badań ilustruje wykres na rys. 4.

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 i w pkt. A.5.4.3.2. OIML oraz jeżeli wartości błędów wskazań nie przekraczają wartości błędów granicznych dopuszczalnych określonych przez Dyrektywę MID:

- 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.

Automatyzacja stanowiska badań

W trakcie budowy stanowiska badań zwrócono uwagę na konieczność zapewnienia powtarzalności zadanego 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 zadanego profilu zasilania, jednak stwarza konieczność każdorazowego czasochłonnego programowania przyrządu.

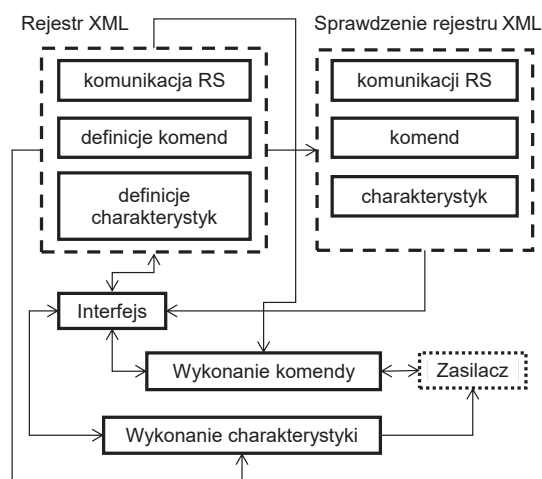
Automatyzacja procedury pomiarowej umożliwia:

- 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.

Oprogramowanie

W ramach budowy stanowiska badań taksometrów dla potrzeb oceny zgodności, opracowano program CPSRS 1.0 (Control Power Supply via RS) napisany w języku C#, sterujący przez port RS-232 pracą zasilaczy GW INSTEK PSP-405, PSP 603, PSP 2010. Program wykorzystuje protokół komunikacyjny

narzucony przez wykorzystywane typy zasilaczy programowalnych. Architektura programu pozwala na jego dostosowanie do innych typów zasilaczy z zaimplementowanym odmiennym pakietem rozkazów sterujących, poprzez opracowanie odpowiednich bibliotek rozkazów oraz specyficznych parametrów komunikacji wykorzystywanych przez program główny. Program posiada strukturę modułową, przedstawioną na rys. 5.



Rys. 5. Podstawowe moduły programu

Struktura programu obejmuje:

- rejestr XML: moduł zapisu i odczytu parametrów komunikacji RS (definicji komend i charakterystyk),
- sprawdzenie rejestru XML: kontrola poprawności parametrów RS, nazw i parametrów wywołania komend, charakterystyk (wartości początkowej, interwału, przyrostu, liczby punktów przebiegu),
- wykonanie komendy: kontrola parametrów komendy i w przypadku występowania jej parametrów w dopuszczalnym zakresie wartości, wysłanie rozkazu oraz odbiór odpowiedzi zasilacza,
- wykonanie charakterystyki: sprawdzenie wartości początkowej, przyrostu wartości, interwału, liczby punktów, a następnie sekwencyjne, zgodnie z definicją, wysyłanie do zasilacza komend sterujących jednym z parametrów (napięciem, prądem, mocą).

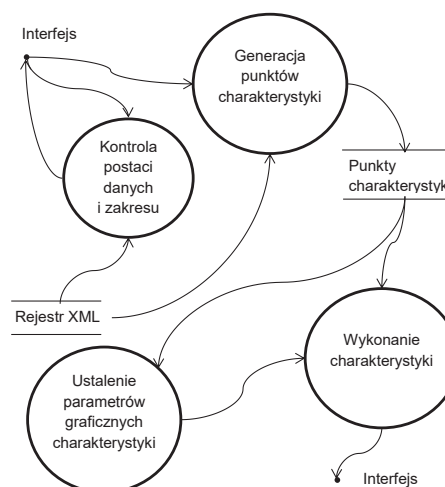
Parametry komend lub charakterystyk mogą być zmienione przed ich wykonaniem, dlatego niezależnie od sprawdzenia rejestru XML, wykonanie komendy lub charakterystyki uwarunkowane jest poprawnością parametrów. Zastosowanie takiego rejestru umożliwia

elastyczne dostosowanie programu do zmiany konfiguracji stanowiska pomiarowego i procedur pomiarowych, poprzez modyfikację pliku XML.

Układ pomiarowy realizuje charakterystyki podstawowe: rosnące, stałe i malejące dla napięcia, prądu, mocy. Przebiegi o dowolnym kształcie zbudowane są ze złożenia charakterystyk podstawowych. Przed wykonaniem komendy lub charakterystyki CPRS sprawdza, czy wartości sterowania nie wykraczają poza dopuszczalny zakres. Podczas wykonywania charakterystyki w oknie programu kreślony jest jej aktualny przebieg w czasie. Podstawowe procesy przetwarzania dla wykonania charakterystyki ilustruje diagram na rys. 6.

Diagram przepływu danych zawiera następujące procesy, przepływy, magazyny i terminatory:

- kontrola postaci danych i zakresu wartości: sprawdzenie postaci danych i występowania wartości w dopuszczalnym dla zasilacza zakresie oraz zapobieganie wykonaniu następnej charakterystyki, jeśli nie jest zakończona poprzednia;
- generacja punktów charakterystyki: utworzenie zbioru punktów charakterystyki;
- ustalenie parametrów graficznych charakterystyki: określenie zakresu prezentacji, opisu na osi odciętej i rzędnej;
- wykonanie charakterystyki: wysyłanie komend do zasilacza zgodnie z definicją i bieżąca prezentacja charakterystyki w oknie programu;
- rejestr XML: parametry komunikacji przez port RS, definicje komend i charakterystyk;
- interfejs: okno programu, gdzie występują elementy sterowania, prezentacja przebiegów, komunikaty dla użytkownika;

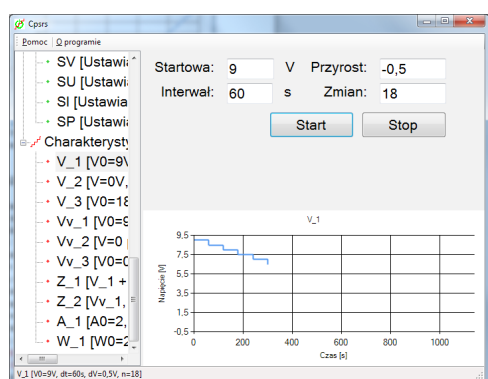


Rys. 6. Diagram przepływu danych – wykonanie charakterystyki

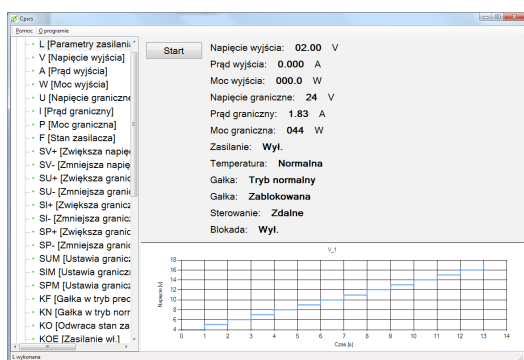
- indeks charakterystyki: identyfikator charakterystyki;
- komunikat błędu: treść błędu postaci danych lub przekroczenia wartości dopuszczalnej;
- parametry charakterystyki: typ (podstawowy, złożony), parametr sterowania (napięcie, prąd, moc), wartość początkowa, przyrost wartości, interwał, liczba zmian;
- punkty charakterystyki: punkty w układzie płaskim oraz przesunięcie w osi odciętych następnego punktu;

- dane do prezentacji charakterystyki: zbiór punktów przebiegu;
- parametry graficzne charakterystyki: zakres wartości na osiach, oznaczenie osi, tytuł charakterystyki.

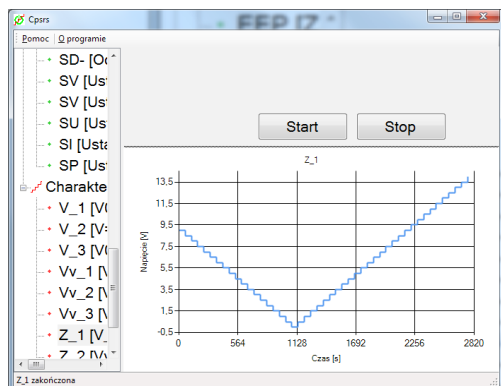
Program umożliwia definiowanie podstawowych przebiegów i przebiegów złożonych, będących sumą przebiegów podstawowych (rys. 7). Prezentację zaprogramowanych parametrów zasilacza ilustruje rys. 8. Okno programu, po wykonaniu charakterystyki napięciowej zasilania taksometru zgodnie z normą ISO 16750-2, przedstawia rys. 9.



Rys. 7. Parametry i realizacja charakterystyki napięciowej w programie



Rys. 8. Prezentacja zaprogramowanych parametrów zasilacza (odczyt)



Rys. 9. Okno programu podczas generowania zaprogramowanej charakterystyki napięcia zasilającego, zgodnie z normą ISO 16750-2

Podsumowanie

Oprogramowanie i automatyzacja układu pomiarowego przyczyniły się do:

- 1) uzyskania większej dokładności przebiegu napięcia poprzez wyeliminowanie błędów sterowania (ręczne sterowanie z zadowalającą precyzją praktycznie nie jest możliwe w przypadku złożonych charakterystyk napięcia w czasie),
- 2) zapewnienia powtarzalności sygnału zasilającego dzięki utworzeniu biblioteki przebiegów wzorcowych dostosowanych do typów taksometrów (poprawiono powtarzalność badań eliminując błędy operatora),
- 3) redukcji czasu przygotowania i wykonania badań o około 30 %,
- 4) powstania elastycznego środowiska do badań taksometrów, umożliwiającego dostosowanie stanowiska do różnych scenariuszy badań, wynikających z regulacji prawnych i normalizacyjnych oraz specyfiki badanego przyrządu.

Literatura

- [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.