



DZIENNIK URZĘDOWY MIAR I PROBIERNICTWA

Warszawa, dnia 5 czerwca 1996 r.

Nr 16

TREŚĆ:
Poz.

ZARZĄDZENIA

95 - Nr 87 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 3 czerwca 1996 r. w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o sekundomierzach (stoperach) elektrycznych	533
96 - Nr 88 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 3 czerwca 1996 r. w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania sekundomierzy (stoperów) elektrycznych	537
97 - Nr 89 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 3 czerwca 1996 r. w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o sekundomierzach (stoperach) elektronicznych	544
98 - Nr 90 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 3 czerwca 1996 r. w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania sekundomierzy (stoperów) elektronicznych	547

95

ZARZĄDZENIE NR 87 PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR z dnia 3 czerwca 1996 r.

w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o sekundomierzach (stoperach) elektrycznych.

Na podstawie art. 8 pkt 1 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się przepisy metrologiczne o sekundomierzach (stoperach) elektrycznych, stanowiące załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Przepisy metrologiczne określają wymagania, jakim powinny odpowiadać sekundomierze (stopery) elektryczne podlegające kontroli metrologicznej, warunki właściwego ich stosowania oraz okresy ważności dowodów kontroli metrologicznej.
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes
Głównego Urzędu Miar
Krzysztof Mordziński

Załącznik do zarządzenia nr 87
Prezesa Głównego Urzędu Miar
z dnia 3 czerwca 1996 r. (poz. 95)

PRZEPISY METROLOGICZNE O SEKUNDOMIERZACH (STOPERACH) ELEKTRYCZNYCH

Postanowienia ogólne

- § 1.1. Sekundomierz (stoper) elektryczny, zwany dalej „sekundomierzem”, jest to przyrząd do pomiaru przedziałów czasu, w którym częstotliwością wzorcową jest częstotliwość doprowadzonego z zewnątrz, zwykle z sieci energetycznej, przemiennego napięcia zasilania, a zliczanie okresów częstotliwości wzorcowej jest dokonywane za pomocą elektromechanicznego układu napędowego i mechanizmu zliczająco-wskazującego, wyposażonego w co najmniej jedną podziałkę kreskową i wskazówkę.
2. Przepisy dotyczą sekundomierzy o wartości działki elementarnej nie większej niż 0,1 s i nie mniejszej niż 0,01 s.
 3. Układ napędowy sekundomierza jest to zespół elektromechaniczny sekundomierza zasilany napięciem przemiennym, poruszający się synchronicznie z częstotliwością tego napięcia. Ma on postać silnika synchronicznego lub przekaźnika elektromechanicznego i służy do napędzania mechanizmu zliczająco-wskazującego.
 4. Mechanizm zliczająco-wskazujący sekundomierza jest to zespół zliczający w sposób mechaniczny liczbę okresów częstotliwości napięcia zasilania i wskazujący wartość zmierzonego przedziału czasu za pomocą podziałki kreskowej i wskazówki.
 5. Urządzenie do wyzwalania sekundomierza wyposażonego w układ napędowy poruszany za pomocą silnika synchronicznego jest to zespół elektromechaniczny służący do uruchamiania mechanizmu zliczająco-wskazującego w chwili początkowej mierzonego przedziału czasu i zatrzymywania w chwili końcowej tego przedziału przy nieprzerwanym ruchu silnika.
 6. Urządzenie do zerowania (kasowania) sekundomierza jest to zespół elektromechaniczny lub mechaniczny, umożliwiający po dokonaniu pomiaru doprowadzenie urządzenia zliczająco-wskazującego do położenia zerowego.
 7. Wskazówka główna – w sekundomierzu mającym więcej niż jedną podziałkę kreskową i wskazówkę – jest to wskazówka poruszająca się najszybciej.
 8. Licznik obrotów sekundomierza jest to część mechanizmu zliczająco-wskazującego zliczająca obroty wskazówki głównej, wyposażona w podziałkę i wskazówkę. Sekundomierz może mieć liczniki:
 - 1) pierwszego rzędu, zliczający bezpośrednio obroty wskazówki głównej,
 - 2) drugiego, trzeciego itd. rzędu, zliczające obroty wskazówki głównej za pośrednictwem licznika (liczników) niższego rzędu.
 9. Błąd krótkoterminowy sekundomierza $\Delta\tau_{kr}$ jest to część błędu wskazania, mająca decydujące znaczenie przy pomiarze krótkich przedziałów czasu. Głównymi składowymi tego błędu są:
 - 1) błąd wynikający z niejednakowego (przypadkowego) opóźnienia chwili uruchomienia i chwili zatrzymania w odniesieniu do chwili podania odpowiedniego sygnału („start” lub „stop”) na zaciski sekundomierza,
 - 2) błąd zera,
 - 3) błąd spowodowany mimośrodem podzielnicy i nierównomiernością podziałki,
 - 4) błąd rozdzielczości.
 10. Błąd długoterminowy $\Delta\tau_{dl}$ sekundomierza jest to część błędu wskazania, mająca decydujące znaczenie przy pomiarze długich przedziałów czasu. W sprawnym sekundomierzu błąd ten wyraża się wzorem:

$$\Delta\tau_{dl} = y_{\tau} \cdot \tau$$

gdzie:

- y_τ – średnie odchylenie względne częstotliwości napięcia zasilania w przedziale czasu τ ,
 τ – wartość poprawna mierzonego przedziału czasu.

11. Błąd wskazania sekundomierza jest to suma błędu krótkoterminowego i błędu długoterminowego.
12. Błąd długoterminowy względny sekundomierza $\delta\tau_{dl}$ jest to stosunek błędu długoterminowego sekundomierza do wartości poprawnej mierzonego przedziału czasu; błąd ten jest jednocześnie równy średniemu odchyleniu względnemu częstotliwości napięcia zasilania w mierzonym przedziale czasu:

$$\delta\tau_{dl} = \frac{\Delta\tau_{dl}}{\tau} = y_\tau.$$

13. Średnie odchylenie (odstrojenie) częstotliwości Δf_τ w przedziale czasu τ jest to różnica między średnią wartością poprawną f_τ częstotliwości w tym przedziale a wartością nominalną częstotliwości f_n :

$$\Delta f_\tau = f_\tau - f_n .$$

14. Średnie odchylenie (odstrojenie) względne częstotliwości y_τ w przedziale czasu τ jest to stosunek średniego odchylenia (odstrojenia) częstotliwości w tym przedziale do wartości nominalnej częstotliwości:

$$y_\tau = \frac{\Delta f_\tau}{f_n} = \frac{f_\tau - f_n}{f_n} .$$

15. Błąd niejednoczesności jest to błąd pomiaru występujący przy sprawdzaniu sekundomierza, spowodowany niejednoczesnym podaniem sygnałów „start” i „stop” na sekundomierz sprawdzany i czasomierz kontrolny.

Materiał, konstrukcja i wykonanie

- § 2. Części metalowe sekundomierza powinny być wykonane z materiałów zapewniających, wraz z pokryciami, trwałość i odporność na korozję.
- § 3.1. Sekundomierz jest zbudowany z następujących głównych zespołów:
- 1) układ napędowy,
 - 2) mechanizm zliczająco-wskazujący wraz z podzielną i wskazówkami,
 - 3) urządzenie do wyzwalania,
 - 4) urządzenie do zerowania (kasowania),
 - 5) obudowa.
2. Podziałki na podzielni sekundomierza powinny być równomierne i wyraźne.
3. Położenie wskazówki licznika pierwszego rzędu powinno odpowiadać liczbie obrotów wskazówki głównej z błędem nie przekraczającym jednej trzeciej długości działki elementarnej podziałki związanej z tym licznikiem. Analogicznie – położenie wskazówki licznika wyższego rzędu powinno odpowiadać liczbie obrotów wskazówki licznika bezpośrednio niższego rzędu z błędem nie przekraczającym jednej trzeciej długości działki elementarnej podziałki związanej z licznikiem wyższego rzędu.
4. Urządzenie do wyzwalania powinno działać niezawodnie przy sterowaniu sekundomierza sygnałami „start” i „stop” zgodnie z dokumentacją fabryczną lub opisem na sekundomierzu.

5. Urządzenie do zerowania (kasowania) sekundomierza powinno być tak wykonane, aby po wyzerowaniu błąd zera nie przekraczał połowy wartości działki elementarnej sekundomierza.
 6. Część obudowy wykonana ze szkła, ochraniająca podzielnę z podziałkami i wskazówkami, powinna być przezroczysta, pozbawiona wad utrudniających odczytywanie wskazań i zapewniająca szczelność obudowy.
- § 4. Sekundomierze powinny działać prawidłowo podczas zmian napięcia zasilania w granicach od 0,85 do 1,10 jego wartości znamionowej .
- § 5. Sekundomierze powinny spełniać wymagania konstrukcyjne, dotyczące bezpieczeństwa obsługi, według normy PN-86/E-08120 Elektryczne przyrządy pomiarowe. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa.

Oznaczenia

- § 6. Sekundomierze powinny mieć następujące trwałe oznaczenia:
- 1) nazwa lub znak wytwórcy,
 - 2) znak fabryczny,
 - 3) numer fabryczny lub inny numer identyfikujący poszczególne egzemplarze (np. numer ewidencyjny).

Błędy graniczne dopuszczalne

- § 7.1. Błąd graniczny dopuszczalny krótkoterminowy sekundomierza jest równy trzykrotnej wartości jego działki elementarnej. Jeżeli w instrukcji obsługi wydanej przez wytwórcę podano mniejszą niż wymieniona wartość błędu krótkoterminowego, należy ją przyjąć jako błąd graniczny dopuszczalny krótkoterminowy sekundomierza.
2. Błąd graniczny dopuszczalny długoterminowy pomiaru przedziału czasu za pomocą sekundomierza jest równy iloczynowi średniego odchylenia względnego częstotliwości napięcia zasilania i poprawnej wartości mierzonego przedziału czasu i wyraża się wzorem podanym w § 1 ust. 10.
 3. Błąd graniczny dopuszczalny wskazania sekundomierza jest równy sumie błędu granicznego dopuszczalnego krótkoterminowego i błędu granicznego dopuszczalnego długoterminowego.
 4. Wartości błędów, o których mowa w ust. 1–3, odnoszą się do pracy sekundomierzy w zakresie temperatury otoczenia (5 ± 40) °C.

Warunki właściwego stosowania

- § 8.1. Sekundomierze powinny być stosowane zgodnie z instrukcją obsługi wydaną przez wytwórcę.
2. Podczas przenoszenia i transportu sekundomierze powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniem mechanicznym, zawilgoceniem i zanieczyszczeniem.

Dowody kontroli metrologicznej

- § 9.1. Dowodem kontroli metrologicznej sekundomierza jest świadectwo uwierzytelnienia.
2. Okres ważności świadectwa wynosi 25 miesięcy, licząc od pierwszego dnia miesiąca, w którym dokonano uwierzytelnienia.
 3. Termin, do którego sekundomierze zatwierdzonego typu mogą być wprowadzane do obrotu lub użytkowania, określony jest w decyzji o zatwierdzeniu typu.

ZARZĄDZENIE NR 88
PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR
z dnia 3 czerwca 1996 r.

**w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania
sekundomierzy (stoperów) elektrycznych.**

Na podstawie art. 8 pkt 2 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się instrukcję sprawdzania sekundomierzy (stoperów) elektrycznych, stanowiącą załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Instrukcja sprawdzania określa metody sprawdzania zgodności właściwości sekundomierzy (stoperów) elektrycznych z wymaganiami przepisów metrologicznych o sekundomierzach (stoperach) elektrycznych, wprowadzonych zarządzeniem nr 87 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 3 czerwca 1996 r. (Dz. Urz. Miar i Prob. Nr 16, poz. 95), zwanych dalej „przepisami”.
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes
Głównego Urzędu Miar
Krzysztof Mordziński

Załącznik do zarządzenia nr 88
Prezesa Głównego Urzędu Miar
z dnia 3 czerwca 1996 r. (poz. 96)

**INSTRUKCJA SPRAWDZANIA
SEKUNDOMIERZY (STOPERÓW) ELEKTRYCZNYCH**

**Przyrządy pomiarowe i urządzenia pomocnicze
stosowane do sprawdzania**

- § 1.1. Do sprawdzania sekundomierzy zasilanych ze źródła częstotliwości wzorcowej 50 Hz są potrzebne:
- 1) częstociomierz-czasomierz cyfrowy o charakterystykach metrologicznych:
 - a) względne odchylenie częstotliwości wewnętrznego generatora kwarcowego nie przekraczające $\pm 1 \cdot 10^{-5}$,
 - b) zakres pomiarowy przedziału czasu nie mniejszy niż $(0 \div 1000)$ s,
 - c) wartość rozdzielczości wskazań przy pomiarze przedziału czasu nie większa niż 0,1 ms,
 - d) zakres pomiarowy częstotliwości nie mniejszy niż $(40 \div 60)$ Hz,
 - e) zakres pomiarowy okresu średniego nie mniejszy niż $(16 \div 25)$ ms,
 - f) wartość rozdzielczości wskazań przy pomiarze okresu średniego nie większa niż 1 μ s,
 - g) liczba uśrednianych okresów przy pomiarze okresu średniego nie mniejsza niż 10,
 - 2) częstociomierz-czasomierz cyfrowy z wewnętrznym przelicznikiem okresu na częstotliwość, o charakterystykach metrologicznych wymienionych w pkt 1 lit. a–d, umożliwiający pomiar częstotliwości z błędem nie przekraczającym $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ – jako przyrząd zalecany zamiast przyrządu wymienionego w pkt 1,
 - 3) generator akustyczny o niestabilności częstotliwości nie większej niż $2 \cdot 10^{-4}$ w czasie 15 min i zakresie częstotliwości nie mniejszym niż $(40 \div 60)$ Hz,
 - 4) wzmacniacz mocy z transformatorem podwyższającym napięcie, o zakresie częstotliwości nie mniejszym niż $(40 \div 60)$ Hz, regulowanym napięciu wyjściowym w zakresie nie mniejszym niż

- (170 ÷ 250) V na obciążeniu 2,5 kΩ i współczynniku zniekształceń harmonicznym nie większym niż 10 %,
- 5) woltomierz napięcia przemiennego klasy dokładności 1, o zakresie pomiarowym nie mniejszym niż (0 ÷ 250) V w zakresie częstotliwości (40 ÷ 60) Hz,
 - 6) układ sterowania wykonany według jednego z dwóch wariantów:
 - a) jako układ do podawania sygnałów „start” albo „stop” jednocześnie na sekundomierz sprawdzany i czasomierz kontrolny, przy czym odstępy między sygnałami „start” i „stop” nie są wzorcowane, ale różnica czasu podawania sygnałów „start” albo „stop” na oba wymienione przyrządy nie powinna przekraczać ± 1 ms; układ ten powinien dostarczać impulsowych sygnałów „start” i „stop” do uruchamiania i zatrzymywania sekundomierza zarówno z boczem narastającym jak i opadającym, przy czym powinna istnieć możliwość wyboru rodzaju napięcia przemiennego lub stałego o typowych wartościach – oraz odpowiednich sygnałów do uruchamiania i zatrzymywania zastosowanego częstościomierza-czasomierza cyfrowego,
 - b) jako układ generujący sygnały „start” i „stop” w odstępach równych wzorcowym przedziałom czasu τ i podający je na sekundomierz sprawdzany; błąd wzorcowania przedziałów czasu nie powinien przekraczać $\pm(1 \cdot 10^{-5} \tau + 0,001 \text{ s})$; sygnały „start” i „stop” powinny mieć takie same charakterystyki jak podane w lit. a, z tym że nie jest konieczne sterowanie częstościomierza-czasomierza cyfrowego,
 - 7) stanowisko do badania wytrzymałości elektrycznej izolacji o zakresie wytwarzanego napięcia (1,5 ÷ 3) kV – tylko do badań typu,
 - 8) przyrząd lub zestaw przyrządów do pomiaru rezystancji izolacji o zakresie pomiarowym nie mniejszym niż (0 ÷ 10) MΩ – tylko do badań typu,
 - 9) komora klimatyczna o zakresie temperatury (5 ÷ 40) °C – tylko do badań typu.
2. Zamiast generatora wymienionego w ust. 1 pkt 3 zaleca się stosowanie syntezy lub dzielnika częstotliwości wzorcowej albo generatora akustycznego synchronizowanego częstotliwością wzorcową; przyrządy te powinny zapewniać dostarczanie częstotliwości wzorcowej o względnym odchyleniu nie przekraczającym $\pm 1 \cdot 10^{-4}$.
 3. Zamiast zestawu generator-wzmocniacz, wymienionego w ust. 1 pkt 3 i 4, zaleca się stosowanie jednego generatora mocy o równoważnych parametrach.
 4. Do sprawdzania sekundomierzy elektrycznych zasilanych ze źródła częstotliwości wzorcowej innej niż 50 Hz potrzebne są przyrządy pomiarowe i urządzenia pomocnicze takie, jak podano w ust. 1–3, ale o zakresie częstotliwości dostosowanym do danej częstotliwości wzorcowej (częstotliwości zasilania sekundomierzy).
 5. Przyrządy pomiarowe stosowane do sprawdzania powinny być wygrzewane przed pomiarami przez czas potrzebny do uzyskania pełnej stabilności parametrów, podany w ich instrukcjach obsługi.

Warunki sprawdzania

§ 2. Sekundomierze powinny być sprawdzane w następujących warunkach środowiskowych:

- 1) temperatura otoczenia: $(23 \pm 7) \text{ }^\circ\text{C}$,
- 2) wilgotność względna otaczającego powietrza: (30 ÷ 80) %,
- 3) ciśnienie atmosferyczne: (860 ÷ 1060) hPa.

Przebieg sprawdzania

§ 3. Sprawdzanie sekundomierzy obejmuje:

- 1) oględziny zewnętrzne,
- 2) sprawdzenie prawidłowości działania,
- 3) sprawdzenie charakterystyk metrologicznych.

Oględziny zewnętrzne

§ 4.1. Podczas oględzin zewnętrznych należy sprawdzić, czy sekundomierz:

- 1) ma oznaczenia zgodne z wymaganiami § 6 przepisów,
 - 2) nie ma widocznych istotnych uszkodzeń mechanicznych (np. wykrzywienia, obluzowania lub ułamania wskazówek, zmatowienia, obluzowania lub pęknięcia szkła, znacznego obniżenia czytelności podziałek).
2. Jeżeli sekundomierz nie ma oznaczenia numeru fabrycznego lub innego numeru identyfikującego poszczególne egzemplarze, należy go oznaczyć trwale numerem zastępczym i numer ten zanotować w zapisie sprawdzania oraz podać w świadectwie uwierzytelnienia.
3. W razie stwierdzenia istotnych uszkodzeń mechanicznych sekundomierza należy odstąpić od dalszego sprawdzania.

Sprawdzanie prawidłowości działania

§ 5.1. Podczas sprawdzania prawidłowości działania sekundomierza należy dołączyć go do źródła zasilania i sprawdzić, czy:

- 1) działanie urządzenia do zerowania jest zgodne z wymaganiem § 3 ust. 5 przepisów; należy dokonać co najmniej dwóch zerowań dla każdego ze wskazań odpowiadających około 0,1, 0,5, 0,9 długości podziałki związanej ze wskazówką główną oraz całemu zakresowi wskazań sekundomierza,
 - 2) położenie wskazówek liczników obrotów jest zgodne z wymaganiami § 3 ust. 3 przepisów; sprawdzenia należy dokonać, obserwując wskazania wskazówki głównej i wskazówek liczników obrotów w czasie ich ruchu i po zatrzymaniu na wskazaniach odpowiadających około 0,1, 0,5 i całej długości podziałki każdego licznika obrotów,
 - 3) działanie sekundomierza jest poprawne przy wyzwalaniu różnymi sygnałami „start” i „stop”, przewidzianymi w instrukcji obsługi lub wynikającymi z opisu na sekundomierzu; należy przy tym sprawdzić wszystkie zaciski i obwody wyzwalania,
 - 4) nie występują jakiegokolwiek nieprawidłowości w czasie dokonywania pomiarów za pomocą sekundomierza.
2. W razie stwierdzenia istotnych nieprawidłowości w działaniu sekundomierza należy odstąpić od dalszego sprawdzania.

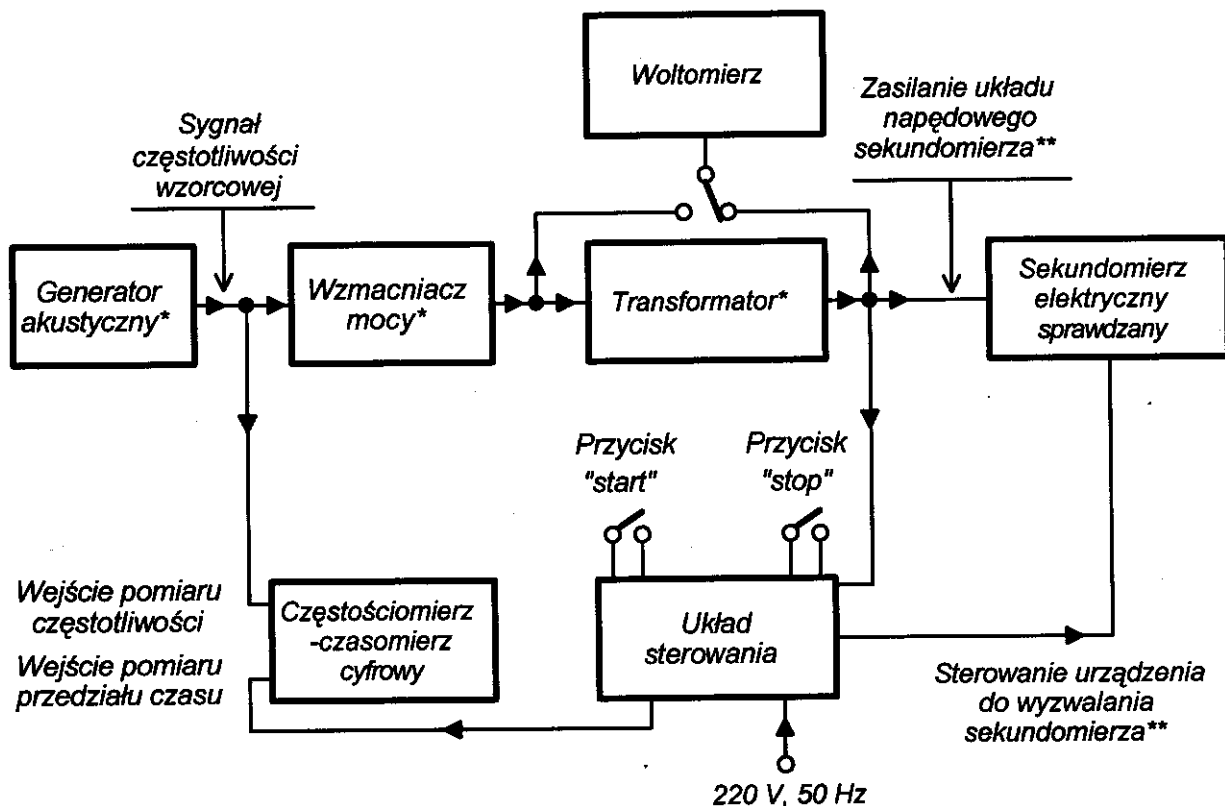
Sprawdzanie charakterystyk metrologicznych

Sprawdzanie błędów krótkoterminowego

§ 6.1. Błąd krótkoterminowy sekundomierza należy sprawdzić, wyznaczając jego błędy wskazań dla krótkich przedziałów czasu za pomocą częstościomierza-czasomierza cyfrowego, który powinien być nastawiony na pomiar przedziału czasu z rozdzielczością o rząd wielkości większą niż rozdzielczość sekundomierza odpowiadająca jego działce elementarnej. Wskazania sekundomierza należy odczytywać biorąc pod uwagę dziesiąte części działki elementarnej, a obliczone błędy wskazań zaokrąglić do całkowitych wartości działek elementarnych.

2. Należy wyznaczyć błędy wskazań w zakresie jednego obrotu wskazówki głównej dla trzech punktów podziałki głównej, odpowiadających w przybliżeniu 0,25, 0,5 i 0,75 długości podziałki (licząc od punktu zerowego), dokonując co najmniej dwóch pomiarów dla każdego punktu. Błąd o największej wartości bezwzględnej należy zanotować w zapisie.
3. Jeżeli sekundomierz ma różne możliwości wyzwalania, sprawdzenia według ust. 2 należy dokonać dla jednego rodzaju sygnałów „start” i „stop” i dla określonych zacisków (określonego obwodu) wyzwalania. Poza tym należy wyznaczyć błędy wskazań dla pozostałych rodzajów sygnałów „start” i „stop” i zacisków (obwodów) wyzwalania, mierząc dla każdego z nich co najmniej trzykrotnie przedział czasu o wartości zbliżonej do 1 s. Błąd o największej wartości bezwzględnej dla każdego rodzaju sygnałów „start” i „stop” i każdego zacisków (każdego obwodu) wyzwalania należy zanotować w zapisie.

4. Jako błąd krótkoterminowy sekundomierza należy przyjąć błąd o największej bezwzględnej wartości spośród błędów wskazań wyznaczonych zgodnie z ust. 2 i 3, opatrzonego znakami „±”.
5. Błędy wskazań sekundomierza można wyznaczać w układzie, którego schemat blokowy jest przedstawiony na rysunku:



* Zamiast generatora akustycznego można stosować syntezytor lub dzielnik częstotliwości wzorcowej albo generator akustyczny synchronizowany częstotliwością wzorcową, a zamiast zestawu złożonego z generatora akustycznego, wzmacniacza mocy i transformatora - jeden generator mocy.

** Częstotliwość i napięcie zasilania i sterowania powinny być zgodne z danymi zawartymi w instrukcji obsługi lub z opisem na sekundomierzu.

W układzie tym, w skład którego wchodzi układ sterowania wykonany zgodnie z § 1 ust. 1 pkt 6 lit. a, w celu jednoczesnego zmierzenia przedziału czasu za pomocą sekundomierza i częstościomierza - czasomierza cyfrowego naciska się w chwili początkowej mierzonego przedziału czasu przycisk „start” układu sterowania, co powoduje jednoczesne uruchomienie sekundomierza i częstościomierza - czasomierza cyfrowego, a w chwili końcowej przycisk „stop”, co powoduje jednoczesne ich zatrzymanie. Po odczytaniu wskazań sekundomierza i częstościomierza - czasomierza cyfrowego zeruje się oba przyrządy za pomocą ich własnych przycisków.

Sprawdzanie błędów długoterminowego

- § 7.1. Błąd długoterminowy sekundomierza należy sprawdzić, wyznaczając jego błąd wskazania przy pomiarze długiego przedziału czasu. Ma to na celu upewnienie się, że nie występuje niesprawność sekundomierza, ujawniająca się przy pomiarach długich przedziałów czasu jako przekroczenie wartości błędów długoterminowego.
2. W celu wyznaczenia błędów wymienionych w ust. 1 należy zmierzyć jednocześnie sprawdzanym sekundomierzem i częstościomierzem - czasomierzem cyfrowym przedział czasu o wartości równej w przybliżeniu zakresowi wskazań, jeżeli zakres ten jest nie mniejszy niż $10^4 \times$ wartość działki elementarnej, lub o wartości równej w przybliżeniu $10^4 \times$ wartość działki elementarnej, jeżeli zakres jest mniejszy. W drugim przypadku sekundomierz po przekroczeniu zakresu wskazań zlicza czas znowu od zera, a wynik pomiaru należy obliczyć jako sumę wartości (lub wielokrotności tej

wartości) odpowiadającej pełnemu zakresowi wskazań i wartości wskazania końcowego. Nastawienie częstotlicmierni-czasomierza i sposób odczytywania wskazań sekundomierza powinny być takie same, jak podano w § 6 ust. 1, błędy wskazań należy jednak notować w zapisie bez zaokrąglania.

3. W przypadku sekundomierza o różnych możliwościach wyzwalania pomiar opisany w ust. 2 powinien być wykonany przy zastosowaniu jednego rodzaju sygnałów „start” i „stop”, podanych na określone zaciski (określony obwód) wyzwalania.
4. Błąd wskazania sekundomierza wyznaczony zgodnie z ust. 2 i 3 powinien spełniać wymaganie § 7 ust. 3 przepisów. Wymaganie to uważa się za spełnione w wystarczającym stopniu, jeżeli zachodzi nierówność:

$$|\Delta\tau| \leq |\Delta\tau_{kr\ max}| + |y_\tau| \cdot \tau + |\Delta(|y_\tau| \cdot \tau)_g|,$$

gdzie:

- $\Delta\tau = \tau_{wsk} - \tau$ – błąd wskazania sekundomierza,
- τ_{wsk} – wartość mierzonego przedziału czasu wskazana przez sekundomierz,
- τ – wartość poprawna mierzonego przedziału czasu,
- $\Delta\tau_{kr\ max}$ – największy błąd krótkoterminowy sekundomierza, wyznaczony zgodnie z § 6 dla tego samego rodzaju sygnałów „start” i „stop” i tych samych zacisków (tego samego obwodu) wyzwalania, dla których zostały wyznaczone błędy zgodnie z ust. 2 i 3,
- y_τ – średnie odchylenie względne częstotliwości wzorcowej, tj. częstotliwości napięcia zasilania sekundomierza, w mierzonym przedziale czasu,
- $|\Delta(|y_\tau| \cdot \tau)_g| = |\Delta y_\tau|_g \cdot \tau$ – wartość bezwzględna granicznego błędu wyznaczenia wartości członu $|y_\tau| \cdot \tau$, szacowana na podstawie niestabilności częstotliwości stosowanego generatora akustycznego.

Przykład

Jeżeli niestabilność częstotliwości generatora akustycznego stosowanego zgodnie z § 6 ust. 5 (rysunek) wynosi $2 \cdot 10^{-4}$ w czasie 15 min, to można przyjąć, że błąd wyznaczenia y_τ jest nie większy niż $\pm 2 \cdot 10^{-4}$. Wobec tego dla $\tau = 100$ s wartość bezwzględna granicznego błędu wyznaczenia wartości członu $|y_\tau| \cdot \tau$ wynosi:

$$|\Delta(|y_\tau| \cdot \tau)| = |\Delta y_\tau| \cdot \tau = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 100 \text{ s} = 0,02 \text{ s}.$$

5. Jeżeli zachodzi nierówność podana w ust. 4, świadczy to jednocześnie o tym, że wymaganie ogólne, dotyczące błędu długoterminowego (§ 7 ust. 2 przepisów), zostało w wystarczającym stopniu spełnione oraz o tym, że nie występuje niesprawność sekundomierza, o której mowa w ust. 1.
6. Średnie odchylenie względne częstotliwości wzorcowej y_τ należy wyznaczyć dla danego stanowiska pomiarowego w sposób następujący:
 - 1) przy zastosowaniu stanowiska pomiarowego wyposażonego zgodnie z § 1 ust. 1 należy:
 - a) bezpośrednio przed pomiarem przedziału czasu opisany w ust. 2 nastawić częstotliwość wzorcową i zmierzyć ją co najmniej trzykrotnie za pomocą częstotlicmierni-czasomierza cyfrowego z błędem nie większym niż $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ (np. przez pomiar wartości średniej 10 okresów),
 - b) bezpośrednio po pomiarze przedziału czasu zmierzyć częstotliwość wzorcową w ten sam sposób,
 - c) średnią wartość otrzymanych wyników przyjmując za podstawę do obliczenia y_τ ,
 - 2) przy zastosowaniu stanowiska pomiarowego wyposażonego zgodnie z § 1 ust. 1 z uwzględnieniem zalecenia podanego w § 1 ust. 2 należy utrzymywać wartość średniego odchylenia względnej częstotliwości wzorcowej nie przekraczającą $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ podczas pomiaru przedziału czasu τ , do oceny spełnienia wymagania podanego w ust. 4 należy wówczas przyjmując $y_\tau = 0$ i $|\Delta(|y_\tau| \cdot \tau)_g| = 1 \cdot 10^{-4}$.

7. Błąd wskazania, o którym mowa w ust. 1, można wyznaczać w układzie pomiarowym opisanym w § 6 ust. 5.

Badania typu

- § 8.1. Badania typu sekundomierzy powinny obejmować sprawdzenie wymagań § 2–7 przepisów.
 2. Wymagania dotyczące błędów granicznych dopuszczalnych, o których mowa w § 7 przepisów, należy sprawdzić zgodnie z metodami pomiarowymi, podanymi w § 6 i 7.
 3. Wymagania dotyczące materiału, konstrukcji i wykonania, opisane w § 2 i § 3 ust. 1, 2 i 6 przepisów, mające głównie charakter jakościowy, należy sprawdzić przez szczegółowe oględziny i próby, opierając się na znajomości przedmiotu i doświadczeniu.
 4. Wymaganie § 3 ust. 3 przepisów, dotyczące położenia wskazówek liczników, należy sprawdzić, stosując metodę opisaną w § 5 ust. 1 pkt 2.
 5. Wymaganie § 3 ust. 4 przepisów, dotyczące działania urządzenia do wyzwalania, należy sprawdzić, podając na zaciski sekundomierza sygnały „start” i „stop” zgodne z dokumentacją fabryczną lub opisem na sekundomierzu i dokonując co najmniej dziesięciu pomiarów przedziałów czasu o wartości zbliżonej do 1 s dla każdego rodzaju sygnałów, każdej pary zacisków i każdego obwodu wyzwalania. Błędy wskazań nie powinny przekraczać wartości podanej w § 7 ust. 1 przepisów.
 6. Wymaganie § 3 ust. 5 przepisów, dotyczące działania urządzenia do zerowania, należy sprawdzić, stosując metodę opisaną w § 5 ust. 1 pkt 1 z tym, że liczba zerowań dla każdego z wymienionych tam wskazań powinna wynosić co najmniej 10.
 7. Wymaganie § 4 przepisów należy sprawdzić, podając na sekundomierz napięcie zasilania o rodzaju zgodnym z danymi fabrycznymi, regulowane w zakresie podanym w tym wymaganiu lub – jeżeli według danych fabrycznych zakres jest większy – w zakresie zgodnym z tymi danymi.
 8. Wymaganie § 5 przepisów należy sprawdzić zgodnie z metodami podanymi w normie PN-86/E-08120 Elektryczne przyrządy pomiarowe. Wymagania i badania dotyczące bezpieczeństwa.
 9. Badania opisane w ust. 1–8 należy wykonywać w warunkach podanych w § 2.
- § 9. Wymagania dotyczące błędów granicznych dopuszczalnych, o których mowa w § 7 przepisów, należy dodatkowo sprawdzić, wykonując badania odporności na suche gorąco i zimno zgodnie z PN-89/T-06500/06 Elektroniczne przyrządy pomiarowe. Wymagania i badania klimatyczne, przy czym temperatura próby na suche gorąco powinna wynosić +40 °C, a na zimno +5 °C. Po przetrzymaniu sekundomierzy w temperaturze próby przez godzinę należy je uruchomić, sprawdzić prawidłowość działania zgodnie z § 5 ust. 1 i po upływie pół godziny czasu pracy wyznaczyć błędy wskazań zgodnie z metodami podanymi w § 6 i 7.

Dokumentowanie wyników sprawdzenia

- § 10. Wyniki sprawdzenia sekundomierzy podczas badań typu należy dokumentować sporządzając zapiskę badań, zawierającą szczegółowe wyniki badań, oraz protokół badań, zawierający wyznaczone wartości charakterystyk metrologicznych sekundomierza i inne istotne wyniki badań.
- § 11.1. Wyniki sprawdzenia sekundomierzy podczas uwierzytelnienia należy zanotować w zapisce sprawdzania, której wzór podano w załączniku.
 2. Pozytywny wynik sprawdzenia jest podstawą wystawienia świadectwa uwierzytelnienia, o którym mowa w § 9 przepisów.

Załącznik do instrukcji sprawdzania sekundomierzy (stoperów) elektrycznych

ZAPISKA SPRAWDZANIA SEKUNDOMIERZY ELEKTRYCZNYCH

.....
(pieczęćka urzędu)

Lp.	Numer zgłoszenia	Producent, typ, numer fabryczny	Wartość działości elementarnej, zakres wskazań	Wynik oględzin i sprawdzenia	Sprawdzenie błędów krótkoterminowego			Sprawdzenie błędów wskazań przy pomiarze długiego przedziału czasu*****						Ocena spełnienia wymagań metrologicznych*	Wynik ogólny sprawdzienia*	Data sprawdzenia i podpis sprawdzającego	
					Napięcie i rodzaj sygnałów "start"/"stop"	Zaciski i obwody wyzwalania***	$\Delta t_{gr, max}$ dla określonych warunków wg kol. 6 i 7****	τ	Δt	γ_r	$\gamma_r f$	$A(\gamma, f)$	Suma modułów wartości z kolumn 8, 13 i 14				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

* Do oznaczenia pozytywnego wyniku (lub pozytywnej oceny w kolumnie 14) zaleca się stosowanie skrótu „poz.”, a negatywnego „neg.”.

** Do oznaczenia rodzaju sygnałów „start”/„stop” zaleca się stosowanie skrótów:

- 1) „1/0” – gdy sygnał „start” ma postać pojawienia się napięcia, a sygnał „stop” – zaniku napięcia,
- 2) „0/1” – gdy sygnał „start” ma postać zaniku napięcia, a sygnał „stop” – pojawienia się napięcia.

*** Należy podać oznaczenia (cyfrowe, literowe lub słowne) zacisków i obwodów wyzwalania.

**** Błąd o największej bezwzględnej wartości, stanowiący błąd krótkoterminowy sekundomierza, należy podkreślić.

***** Wartości do kolumn 9–15 należy wpisywać w tym samym wierszu, w którym jest wpisana wartość $\Delta t_{gr, max}$ wyznaczona dla tych samych warunków (określonych wg kolumn 6 i 7), dla których wyznaczono wartości w kolumnach 9–15.

ZARZĄDZENIE NR 89
PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR
z dnia 3 czerwca 1996 r.

w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych
o sekundomierzach (stoperach) elektronicznych.

Na podstawie art. 8 pkt 1 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się przepisy metrologiczne o sekundomierzach (stoperach) elektronicznych, stanowiące załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Przepisy metrologiczne określają wymagania, jakim powinny odpowiadać sekundomierze (stopery) elektroniczne podlegające kontroli metrologicznej, warunki właściwego ich stosowania oraz okresy ważności dowodów kontroli metrologicznej.
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes
Głównego Urzędu Miar
Krzysztof Mordziński

Załącznik do zarządzenia nr 89
Prezesa Głównego Urzędu Miar
z dnia 3 czerwca 1996 r. (poz. 97)

PRZEPISY METROLOGICZNE
O SEKUNDOMIERZACH (STOPERACH) ELEKTRONICZNYCH

Postanowienia ogólne i określenia

- § 1.1. Sekundomierz (stoper) elektroniczny, zwany dalej „sekundomierzem”, jest to elektroniczny przyrząd do pomiaru przedziałów czasu metodą zliczania liczby impulsów o częstotliwości wzorcowej w mierzonym przedziale czasu; wskazania sekundomierza mają postać cyfrową, a rozdzielczość urządzenia wskazującego zawiera się w zakresie od 0,001 s do 1 s.
2. Przepisy dotyczą sekundomierzy wyposażonych w generator kwarcowy, wytwarzający wewnętrzną częstotliwość wzorcową sekundomierza.
3. Rozróżnia się sekundomierze sterowane:
 - 1) ręcznie,
 - 2) elektrycznie (automatycznie),
 - 3) ręcznie lub elektrycznie (automatycznie).
4. Błąd krótkoterminowy sekundomierza $\Delta\tau_{kr}$ jest to część błędu wskazania, mająca decydujące znaczenie przy pomiarze krótkich przedziałów czasu. Głównymi składowymi tego błędu są:
 - 1) błąd metody cyfrowej, którego granice są równe dodatniej i ujemnej wartości odpowiadającej cyfrze „1” na ostatnim miejscu wskazania; wartość ta jest równa wartości rozdzielczości wskazań sekundomierza i jest oznaczana jako Δ_1 ,
 - 2) błąd przycisków spowodowany przez niejednakowe, przypadkowe opóźnienie sygnałów wyzwalania „start” i „stop” (lub „międzyczas”) w stosunku do chwili naciśnięcia odpowiedniego przycisku – tylko w przypadku sekundomierzy sterowanych ręcznie,

- 3) błąd kontaktronów spowodowany przez niejednakowe i ulegające przypadkowym zmianom wartości tzw. czasu zadziałania kontaktronów w chwilach podania sygnałów wyzwalania „start” i „stop” (lub „międzyczas”) – tylko w przypadku sekundomierzy sterowanych elektrycznie (automatycznie), mających na wejściach kontaktrony izolujące.
5. Błąd długoterminowy sekundomierza $\Delta\tau_d$ jest to część błędu wskazania, mająca decydujące znaczenie przy pomiarze długich przedziałów czasu. Błąd ten wyraża się wzorem:

$$\Delta\tau_d = y_\tau \tau,$$

gdzie:

y_τ – średnie odchylenie względne częstotliwości wzorcowej sekundomierza w przedziale czasu τ ,

τ – wartość poprawna mierzonego przedziału czasu.

6. Błąd wskazania sekundomierza jest to suma błędu krótkoterminowego i błędu długoterminowego. Nie obejmuje on błędów pomiaru mających swoje źródło poza sekundomierzem, np. błędów związanych z czasem reakcji osoby mierzącej (w przypadku sekundomierzy sterowanych ręcznie) lub z niewłaściwym kształtem sygnałów wejściowych „start” i „stop” (lub „międzyczas”).
7. Błąd długoterminowy względny sekundomierza $\delta\tau_d$ jest to stosunek błędu długoterminowego sekundomierza do wartości poprawnej mierzonego przedziału czasu. Błąd ten jest jednocześnie równy średniemu odchyleniu względnemu częstotliwości wzorcowej sekundomierza w mierzonym przedziale czasu:

$$\delta\tau_d = \frac{\Delta\tau_d}{\tau} = y_\tau.$$

8. Średnie odchylenie (odstrojenie) częstotliwości Δf_τ w przedziale czasu τ jest to różnica między średnią wartością poprawną f_τ częstotliwości w tym przedziale a wartością nominalną częstotliwości f_n :

$$\Delta f_\tau = f_\tau - f_n.$$

9. Średnie odchylenie (odstrojenie) względne częstotliwości y_τ w przedziale czasu τ jest to stosunek średniego odchylenia (odstrojenia) częstotliwości w tym przedziale do wartości nominalnej częstotliwości:

$$y_\tau = \frac{\Delta f}{f_n} = \frac{f_\tau - f_n}{f_n}.$$

10. Międzyczas jest to czas występowania określonego zdarzenia między chwilą początkową „start” a końcową „stop” mierzonego przedziału czasu, liczony od chwili „start”.
11. Błąd niejednoczesności jest to błąd pomiaru występujący przy sprawdzaniu sekundomierza, spowodowany niejednoczesnym podaniem sygnałów „start” i „stop” (lub „międzyczas”) na sekundomierz sprawdzany i czasomierz kontrolny.

Konstrukcja i wykonanie

§ 2.1. Sekundomierz jest zbudowany z następujących głównych zespołów:

- 1) generator kwarcowy wewnętrznej częstotliwości wzorcowej,

- 2) układ bramki elektronicznej przepuszczający impulsy o częstotliwości wzorcowej zawarte między chwilami wystąpienia sygnałów „start” i „stop”,
 - 3) elektroniczny licznik impulsów częstotliwości wzorcowej,
 - 4) cyfrowe urządzenie wskazujące,
 - 5) układy wejściowe sygnałów „start” i „stop”,
 - 6) układ zerowania,
 - 7) przyciski sterowania „start”, „stop” i „zerowanie” – tylko w przypadku sekundomierzy sterowanych ręcznie,
 - 8) elektryczne wejścia sygnałów „start”, „stop” i „zerowanie” – tylko w przypadku sekundomierzy sterowanych elektrycznie (automatycznie).
2. W skład sekundomierzy mogą wchodzić:
 - 1) wyjście wewnętrznej częstotliwości wzorcowej,
 - 2) układ wejściowy sygnału międzyczas,
 - 3) przycisk sygnału „międzyczas” – tylko w przypadku sekundomierzy sterowanych ręcznie,
 - 4) elektryczne wejście sygnału „międzyczas” – tylko w przypadku sekundomierzy sterowanych elektrycznie (automatycznie).
 3. Układ zerowania sekundomierza i przycisk zerowania w sekundomierzu sterowanym ręcznie powinny być tak wykonane, aby sekundomierz po wyzerowaniu wskazywał zero.
 4. W sekundomierzu sterowanym ręcznie przyciski sterowania powinny być tak wykonane, aby za każdym, wykonanym w sposób zdecydowany naciśnięciem przycisku następowało natychmiastowe i jednokrotne wyzwolenie sekundomierza.
 5. W sekundomierzu zasilanym z baterii wewnętrznej styki w pojemniku baterii powinny zapewniać niezawodny kontakt i nie ulegać korozji.

Oznaczenia

- § 3. Sekundomierze powinny mieć następujące trwałe oznaczenia:
- 1) nazwa lub znak wytwórcy,
 - 2) znak fabryczny,
 - 3) numer fabryczny lub inny numer identyfikujący poszczególne egzemplarze (np. numer ewidencyjny).

Charakterystyki metrologiczne

- § 4.1. Wartości błędów granicznych dopuszczalnych sekundomierzy w zależności od rozdzielczości urządzenia wskazującego są podane w tablicy.

Wartość rozdzielczości urządzenia wskazującego	Błędy graniczne dopuszczalne krótkoterminowe dla sekundomierzy			Błędy graniczne dopuszczalne długoterminowe
	sterowanych ręcznie	sterowanych elektrycznie (automatycznie)		
		z kontaktronami na wejściach	pozostałych	
s	s	s	s	
1	2	3	4	5
0,001	±0,03	±0,006	±0,001	±1 · 10 ⁻⁴ τ
0,01	±0,04	±0,02	±0,01	
0,1	±0,2	±0,2	±0,1	
1	±2	±2	±1	

2. Wartości podane w ust. 1 (tablica, kolumny 2–5) odnoszą się do pracy sekundomierzy w warunkach:
 - 1) temperatura otoczenia: $(23 \pm 7) ^\circ\text{C}$,
 - 2) zmiany napięcia i częstotliwości sieci energetycznej: od 0,85 do 1,10 znamionowej wartości napięcia i $\pm 1\%$ znamionowej wartości częstotliwości – w przypadku sekundomierzy zasilanych z sieci energetycznej,
 - 3) napięcie baterii lub ogniwa pod obciążeniem: od 0,95 do 1,10 wartości znamionowej – w przypadku sekundomierzy zasilanych z baterii lub ogniwa.
3. Wartości podane w ust. 1 (tablica, kolumna 2) zawierają oprócz składników błędu krótko-terminowego, wyszczególnionych w § 1 ust. 4, błąd niejednoczesności zdefiniowany w § 1 ust. 11. Przyjęto, że wartości graniczne tego błędu wynoszą $\pm 0,02$ s.
4. Wartości podane w ust. 1 (tablica, kolumna 5) odpowiadają granicznym wartościom średniego odchylenia względnego częstotliwości wzorcowej sekundomierza $\gamma_\tau = \pm 1 \cdot 10^{-4}$, zgodnie z wzorem podanym w § 1 ust. 5.

Warunki właściwego stosowania

- § 5.1. Sekundomierze powinny być użytkowane zgodnie z fabryczną instrukcją obsługi.
2. Podczas przenoszenia i transportu sekundomierze powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniem mechanicznym, zawilgoceniem i zanieczyszczeniem.

Dowody kontroli metrologicznej

- § 6.1. Dowodem kontroli metrologicznej sekundomierza jest świadectwo uwierzytelnienia.
2. Okres ważności świadectwa wynosi 25 miesięcy, licząc od pierwszego dnia miesiąca, w którym dokonano uwierzytelnienia.
 3. Termin, do którego sekundomierze zatwierdzonego typu mogą być wprowadzane do obrotu lub użytkowania, określony jest w decyzji o zatwierdzeniu typu.

ZARZĄDZENIE NR 90 PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR z dnia 3 czerwca 1996 r.

w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania sekundomierzy (stoperów) elektronicznych.

Na podstawie art. 8 pkt 2 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się instrukcję sprawdzania sekundomierzy (stoperów) elektronicznych, stanowiącą załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Instrukcja sprawdzania określa metody sprawdzania zgodności właściwości sekundomierzy (stoperów) elektronicznych z wymaganiami przepisów metrologicznych o sekundomierzach (stoperach) elektronicznych, wprowadzonych zarządzeniem nr 89 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 3 czerwca 1996 r. (Dz. Urz. Miar i Prob. Nr 16, poz. 97), zwanych dalej „przepisami”.

§ 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes
Głównego Urzędu Miar

Krzysztof Mordziński

Załącznik do zarządzenia nr 90
Prezesa Głównego Urzędu Miar
z dnia 3 czerwca 1996 r. (poz. 98)

INSTRUKCJA SPRAWDZANIA SEKUNDOMIERZY (STOPERÓW) ELEKTRONICZNYCH

Przyrządy pomiarowe i urządzenia pomocnicze stosowane do sprawdzania

§ 1.1. Do sprawdzania sekundomierzy są potrzebne:

- 1) częstotściomierz-czasomierz cyfrowy, wyposażony w wejścia „start”, „stop” i „międzyczas”, o charakterystykach metrologicznych:
 - a) względne odchylenie częstotliwości wewnętrznego generatora kwarcowego nie przekraczające $\pm 2 \cdot 10^{-7}$; parametr ten może przekraczać podaną wartość, jeżeli częstotściomierz-czasomierz cyfrowy jest synchronizowany zewnętrzną częstotliwością wzorcową o względnym odchyleniu nie przekraczającym $\pm 2 \cdot 10^{-7}$,
 - b) zakresy pomiarowe nie mniejsze niż $0,1 \text{ Hz} \div 10 \text{ MHz}$ i $(0 \div 10^5) \text{ s}$,
 - c) wartość rozdzielczości urządzenia wskazującego przy pomiarze przedziału czasu nie większa niż $0,1 \text{ ms}$,
- 2) chronokomparator o rozdzielczości urządzenia wskazującego $0,01 \text{ s/d}$, zakresie pomiarowym nie mniejszym niż $(-15 \div 15) \text{ s/d}$ i błędzie wskazań nie przekraczającym $\pm 0,1 \text{ s/d}$, wyposażony co najmniej w czujnik piezoelektryczny o częstotliwości charakterystycznej 32768 Hz oraz czujnik pojemnościowy o częstotliwościach charakterystycznych 32768 Hz i 4194304 Hz – jako przyrząd zalecany do sprawdzania sekundomierzy sterowanych ręcznie,
- 3) przyrząd uniwersalny do pomiaru napięcia, prądu i rezystancji,
- 4) zasilacz stabilizowany o zakresie napięcia $(0 \div 250) \text{ V}$,
- 5) oscyloskop elektroniczny o paśmie przenoszenia co najmniej 10 MHz ,
- 6) układ sterowania do sprawdzania sekundomierzy sterowanych ręcznie; różnica czasu podawania za pomocą tego układu sygnałów „start” albo „stop” (lub „międzyczas”) na sekundomierz sprawdzany i częstotściomierz-czasomierz cyfrowy nie powinna przekraczać $\pm 0,01 \text{ s}$,
- 7) układ sterowania do sprawdzania sekundomierzy sterowanych elektrycznie (automatycznie), wykonany według jednego z dwóch wariantów:
 - a) jako układ dostarczający do sterowania sekundomierza impulsowe sygnały „start” i „stop” (lub „międzyczas”) w odstępach równych wzorcowym przedziałom czasu, o charakterystykach:
 - błąd wzorcowania przedziałów czasu nie przekraczający $\pm (1 \cdot 10^{-5} \tau \pm 0,1 \Delta_1)$, gdzie τ – nominalna wartość przedziału czasu, Δ_1 – wartość rozdzielczości urządzenia wskazującego sekundomierza, $0,1 \Delta_1$ – składowa przedstawiająca krótkoterminową niestabilność przedziałów czasu,
 - czas narastania (lub opadania – w zależności od tego, które zbrocza są czynne przy wyzwaniu) impulsów nie przekraczający $0,1 \Delta_1$ z tym, że w przypadku sprawdzania sekundomierzy o rozdzielczości $0,001 \text{ s}$ i $0,01 \text{ s}$, sterowanych napięciem nie mniejszym niż 24 V , czas ten może być większy, jednak nie powinien przekraczać Δ_1 ,
 - b) jako układ dostarczający impulsowe sygnały do jednoczesnego sterowania sekundomierza i częstotściomierza-czasomierza cyfrowego, o charakterystykach:

- różnica czasu podawania impulsów na wymienione przyrządy nie przekraczająca $0,1 \Delta_1$, gdzie Δ_1 – jak w lit. a,
 - czas narastania (lub opadania) impulsów podawanych na sekundomierz : jak w lit. a,
 - czas narastania (lub opadania) impulsów podawanych na częstościomierz-czasomierz cyfrowy nie przekraczający $0,1$ aktualnie wykorzystywanej wartości rozdzielczości jego wskazań.
2. Uogólnione schematy układów i przykłady ich realizacji, odpowiadające układom sterowania wymienionym w ust. 1 pkt 6, pkt 7 lit. a i pkt 7 lit. b, oraz sposób ich stosowania są przedstawione odpowiednio w § 7, 8 i 9.

Warunki sprawdzania

- § 2. Sekundomierze powinny być sprawdzane w następujących warunkach środowiskowych:
- 1) temperatura otoczenia: $(23 \pm 7) ^\circ\text{C}$,
 - 2) wilgotność względna otaczającego powietrza: $(30 \div 80) \%$,
 - 3) ciśnienie atmosferyczne: $(860 \div 1060) \text{ hPa}$.

Przebieg sprawdzania

- § 3. Sprawdzanie sekundomierzy obejmuje:
- 1) oględziny zewnętrzne,
 - 2) sprawdzenie prawidłowości działania,
 - 3) sprawdzenie charakterystyk metrologicznych.

Oględziny zewnętrzne

- § 4.1. Podczas oględzin zewnętrznych należy sprawdzić, czy sekundomierz:
- 1) ma oznaczenia zgodne z § 3 przepisów,
 - 2) nie ma widocznych istotnych uszkodzeń mechanicznych.
2. Jeżeli sekundomierz nie ma oznaczenia numeru fabrycznego lub innego indywidualnego numeru identyfikacyjnego, należy go oznaczyć trwale numerem zastępczym i numer ten zanotować w zapisie sprawdzania oraz podać w świadectwie uwierzytelnienia.
3. W przypadku stwierdzenia istotnych uszkodzeń mechanicznych sekundomierza należy odstąpić od dalszego sprawdzania.

Sprawdzanie prawidłowości działania

- § 5.1. Podczas sprawdzania prawidłowości działania sekundomierza należy dołączyć go do źródła zasilania. Jeżeli sekundomierz jest zasilany z wewnętrznej baterii, należy sprawdzić jej napięcie pod obciążeniem; w razie gdy wykracza ono poza zakres $0,95 \div 1,10$ wartości znamionowej, baterię należy wymienić. Następnie należy sprawdzić, czy:
- 1) sekundomierz sterowany ręcznie działa poprawnie przy sterowaniu przyciskami „start”, „stop”, „międzyczas”, „zerowanie”; przyciski powinny działać niezawodnie – za każdym, wykonanym w sposób zdecydowany, naciśnięciem przycisku powinno nastąpić natychmiastowe i jednokrotne wyzwolenie sekundomierza, tj. wprowadzenie go w stan „startu”, „stopu”, wskazywania „międzyczasu” lub „zerowania”,
 - 2) sekundomierz sterowany elektrycznie (automatycznie) działa poprawnie przy sterowaniu elektrycznymi sygnałami „start”, „stop”, „międzyczas”, „zerowanie”, przewidzianymi w instrukcji obsługi lub wynikającymi z opisu na sekundomierzu; należy przy tym sprawdzić wszystkie obwody sterowania elektrycznego,
 - 3) błąd zera po zerowaniu jest równy zero; należy dokonać co najmniej sześciu zerowań wyników pomiarów przedziałów czasu o różnej wartości; po każdym zerowaniu sekundomierz powinien wskazywać zero,

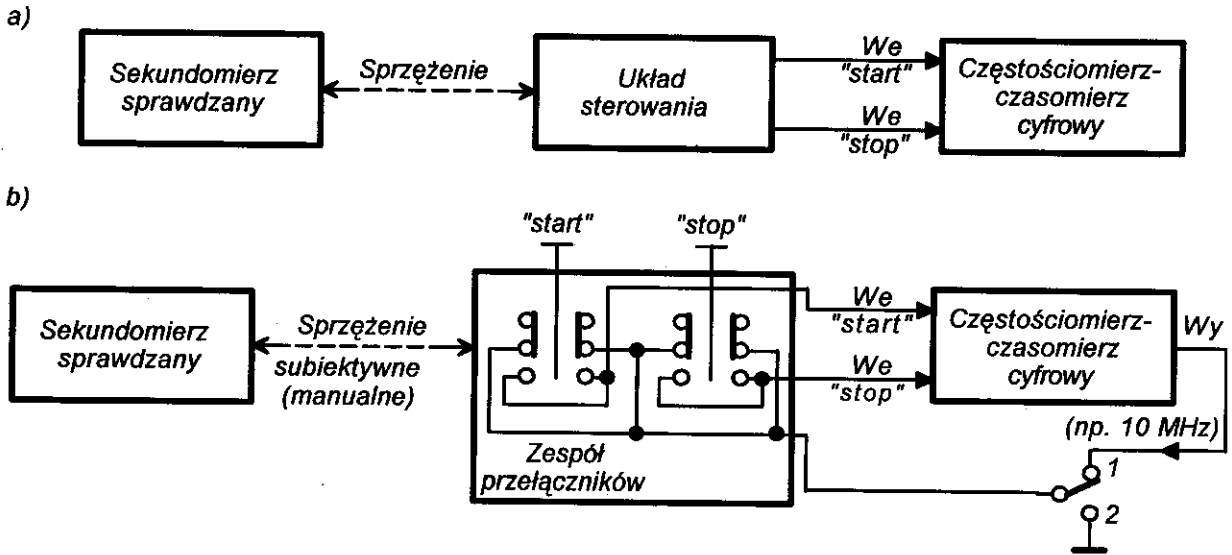
- 4) sekundomierz spełnia prawidłowo wszystkie swoje funkcje i nie wykazuje jakichkolwiek uszkodzeń lub nieprawidłowości w czasie dokonywania pomiarów; m.in. należy sprawdzić, czy cyfry i inne informacje są wyświetlane prawidłowo.
2. W razie stwierdzenia istotnych nieprawidłowości w działaniu sekundomierza dalsze sprawdzanie należy przeprowadzić tylko w zakresie niezbędnym dla określenia wszystkich nieprawidłowości.

Sprawdzanie charakterystyk metrologicznych

Sprawdzanie błędu krótkoterminowego

- § 6.1. Błąd krótkoterminowy sekundomierza należy sprawdzić, wyznaczając jego błędy wskazań dla krótkich przedziałów czasu o wartości zbliżonej do 1 s – w przypadku sekundomierzy o wartości rozdzielczości nie większej niż 0,1 s, oraz 5 s – w przypadku sekundomierzy o wartości rozdzielczości 1 s.
2. Błędy wskazań, o których mowa w ust. 1, należy wyznaczyć w sposób zależny od rodzaju sekundomierzy, tj. podczas sprawdzania sekundomierzy:
- 1) sterowanych ręcznie – przez porównanie wskazań sekundomierza ze wskazaniami częstotściomierza-czasomierza kontrolnego przy jednoczesnych pomiarach niewzorcowanych przedziałów czasu; sekundomierz powinien być przy tym nastawiony na najmniejszą wartość rozdzielczości, a częstotściomierz-czasomierz cyfrowy na wartość rozdzielczości o rząd wielkości mniejszą, ale wynoszącą nie mniej niż 1 ms; należy dokonać co najmniej sześciu pomiarów porównawczych dla każdej pary przycisków sterujących pomiarem przedziału czasu (np. dla przycisków „start” – „stop” lub „start” – „międzyczas”),
 - 2) sterowanych elektrycznie (automatycznie) – jednym z dwóch sposobów:
 - a) przez porównanie wskazań sekundomierza z wartościami wzorcowych przedziałów czasu, określonymi przez sygnały „start” i „stop” (lub „międzyczas”) podawane na sekundomierz z układu sterowania; sekundomierz powinien być przy tym nastawiony na najmniejszą wartość rozdzielczości,
 - b) przez porównanie wskazań sekundomierza ze wskazaniami częstotściomierza-czasomierza cyfrowego przy pomiarach niewzorcowanych przedziałów czasu, określonych przez sygnały „start” i „stop” (lub „międzyczas”), podawane jednocześnie na oba wymienione przyrządy z układu sterowania; sekundomierz powinien być przy tym nastawiony na najmniejszą wartość rozdzielczości, a częstotściomierz-czasomierz na wartość rozdzielczości o rząd wielkości mniejszą,
 - 3) wyznaczając błędy wskazań zgodnie z pkt 2, należy dokonać co najmniej sześciu pomiarów dla każdej pary wejść (np. „start” – „stop” lub „start” – „międzyczas”) i każdego rodzaju sygnału sterującego pomiarem przedziału czasu,
 - 4) błędy wskazań należy obliczać, biorąc pod uwagę rozdzielczość częstotściomierza-czasomierza cyfrowego, nastawioną zgodnie z pkt 1 i pkt 2 lit. b; do dalszej oceny błędu krótkoterminowego należy brać pod uwagę bezwzględne wartości (moduły) błędów wskazań, zaokrąglone do całkowitej wielokrotności wartości rozdzielczości sekundomierza, a w przypadku sekundomierzy sterowanych ręcznie o wartości rozdzielczości 0,001 s – do całkowitej wielokrotności 0,01 s.
3. Dla każdej serii sześciu pomiarów, wykonanych zgodnie z ust. 2, należy wyznaczyć błąd serii w sposób zależny od rodzaju sekundomierza, tj. podczas sprawdzania sekundomierzy:
- 1) sterowanych ręcznie, sprawdzanych zgodnie z ust. 2 pkt 1, lub sterowanych elektrycznie (automatycznie), sprawdzanych według ust. 2 pkt 2 lit. b – odrzucić błąd o największej wartości, a największy z pozostałych pięciu błędów przyjąć jako błąd serii,
 - 2) sterowanych elektrycznie (automatycznie), sprawdzanych zgodnie z ust. 2 pkt 2 lit. a – odrzucić błąd o największej wartości, a do największego z pozostałych błędów dodać wartość rozdzielczości sekundomierza i uzyskaną sumę przyjąć jako błąd serii,
4. Największy spośród błędów serii, wyznaczonych zgodnie z ust. 2 i 3, należy przyjąć jako błąd krótkoterminowy sekundomierza.

§ 7.1. Błędy wskazań sekundomierzy sterowanych ręcznie można wyznaczyć w uogólnionym układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku (a); przykład realizacji tego układu przedstawiono na rysunku (b):



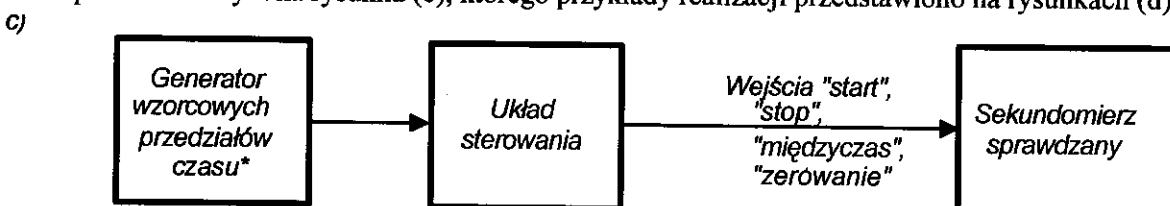
2. Zasady działania uogólnionego układu pomiarowego przedstawionego w ust. 1 na rysunku (a) są następujące:

- 1) sekundomierz i układ sterowania są ze sobą sprzężone w sposób:
 - a) subiektywny (manualny) – za pośrednictwem osoby wykonującej pomiary, albo
 - b) obiektywny (aparaturowy) – np. mechanicznie, akustycznie, optycznie, elektrycznie,
- 2) przy sprzężeniu subiektywnym zarówno sekundomierz, jak i układ sterowania jest sterowany ręcznie za pomocą przycisków,
- 3) przy sprzężeniu obiektywnym zachodzą dwa przypadki:
 - a) sekundomierz jest sterowany ręcznie, a układ sterowania automatycznie – za pomocą sygnałów pobieranych z sekundomierza przez określonego rodzaju sprzężenie aparaturowe (np. mechaniczne, akustyczne, optyczne, pojemnościowe),
 - b) układ sterowania jest sterowany ręcznie, a sekundomierz automatycznie – za pomocą mechanicznego lub elektromechanicznego sprzężenia przycisków układu z przyciskami sekundomierza.

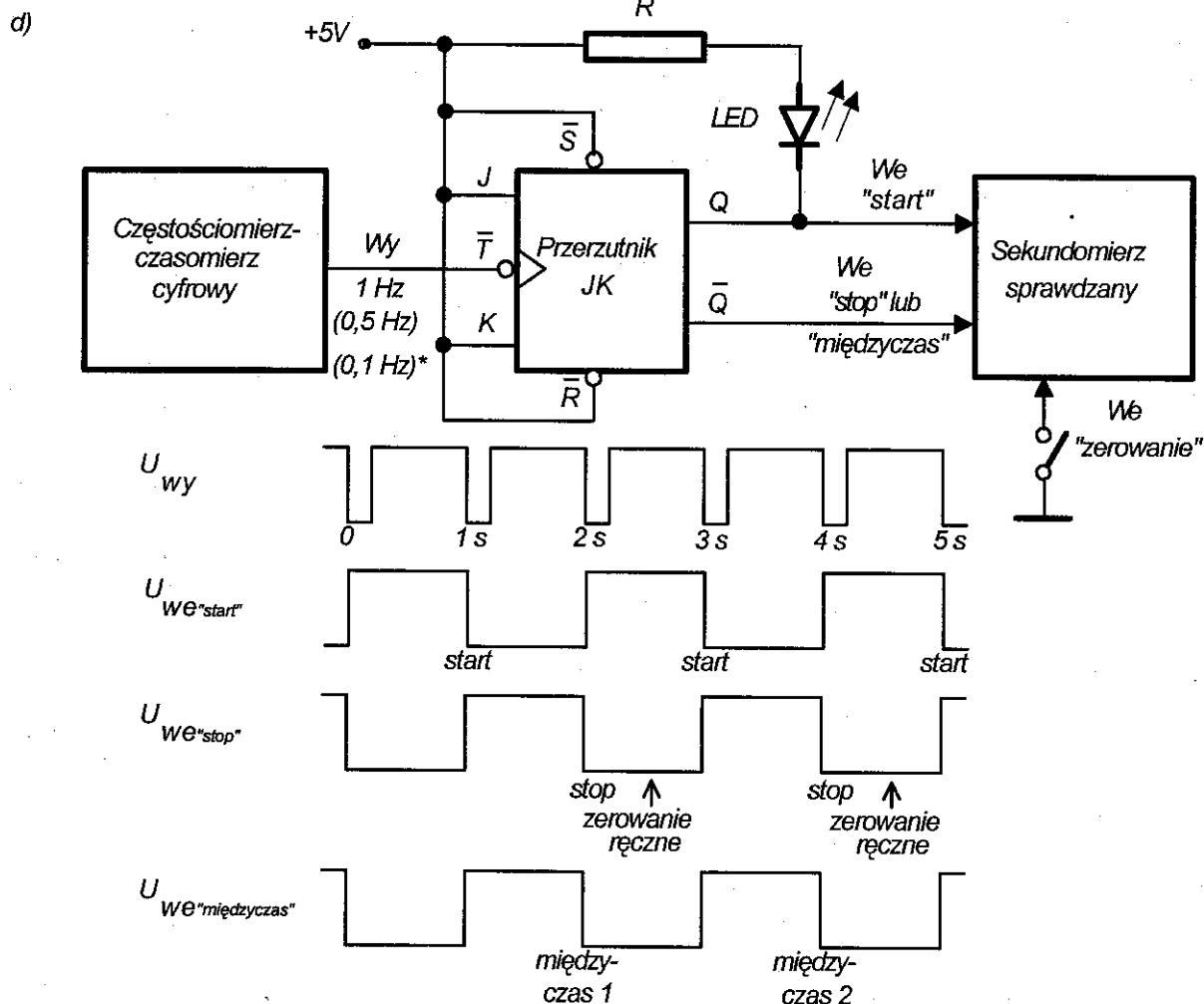
3. Uogólniony układ opisany w ust. 2 powinien stanowić podstawę do realizacji układów pomiarowych odpowiadających możliwościom laboratorium pomiarowego.

4. W przypadku stosowania układu pomiarowego przedstawionego w ust. 1 na rysunku (b), który jest uniwersalną realizacją układu ze sprzężeniem subiektywnym, sterowanie powinno być wykonywane w następujący sposób: trzymając sekundomierz w jednej ręce i zespół przełączników w drugiej, należy naciskać w chwilach „start” i „stop” (lub „start” i „międzyczas”) jednocześnie odpowiednie przyciski sekundomierza i zespołu przełączników. Przy wprawie i koncentracji operatora błąd niejednoczesności nie przekracza 0,02 s.

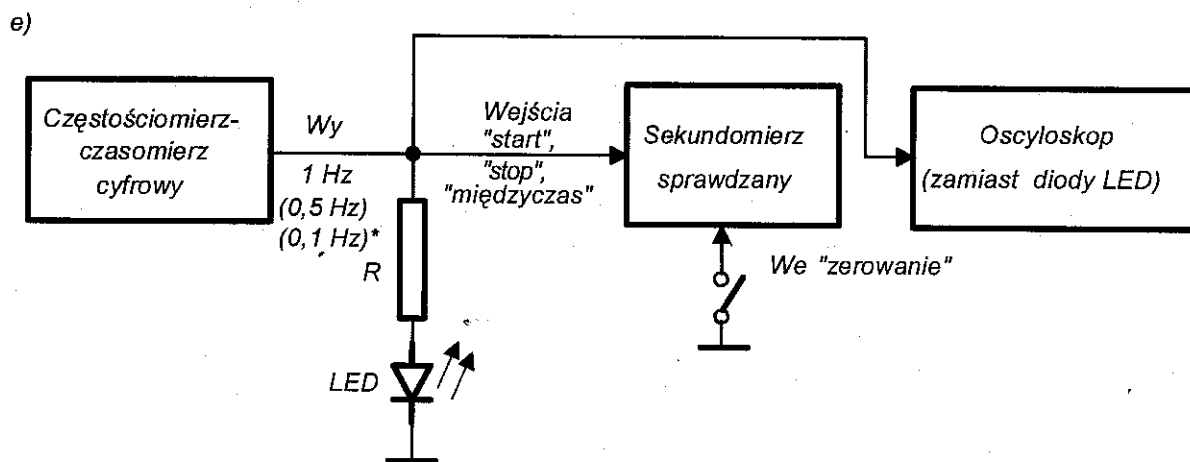
§ 8.1. Błędy wskazań sekundomierzy sterowanych elektrycznie (automatycznie) przy zastosowaniu metody opisanej w § 6 ust. 2 pkt 2 lit. a należy wyznaczyć w uogólnionym układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku (c), którego przykłady realizacji przedstawiono na rysunkach (d) i (e):



* Można również stosować odmianę układu, w której generator wzorcowych przedziałów czasu jest zespołem wbudowanym do układu sterowania.



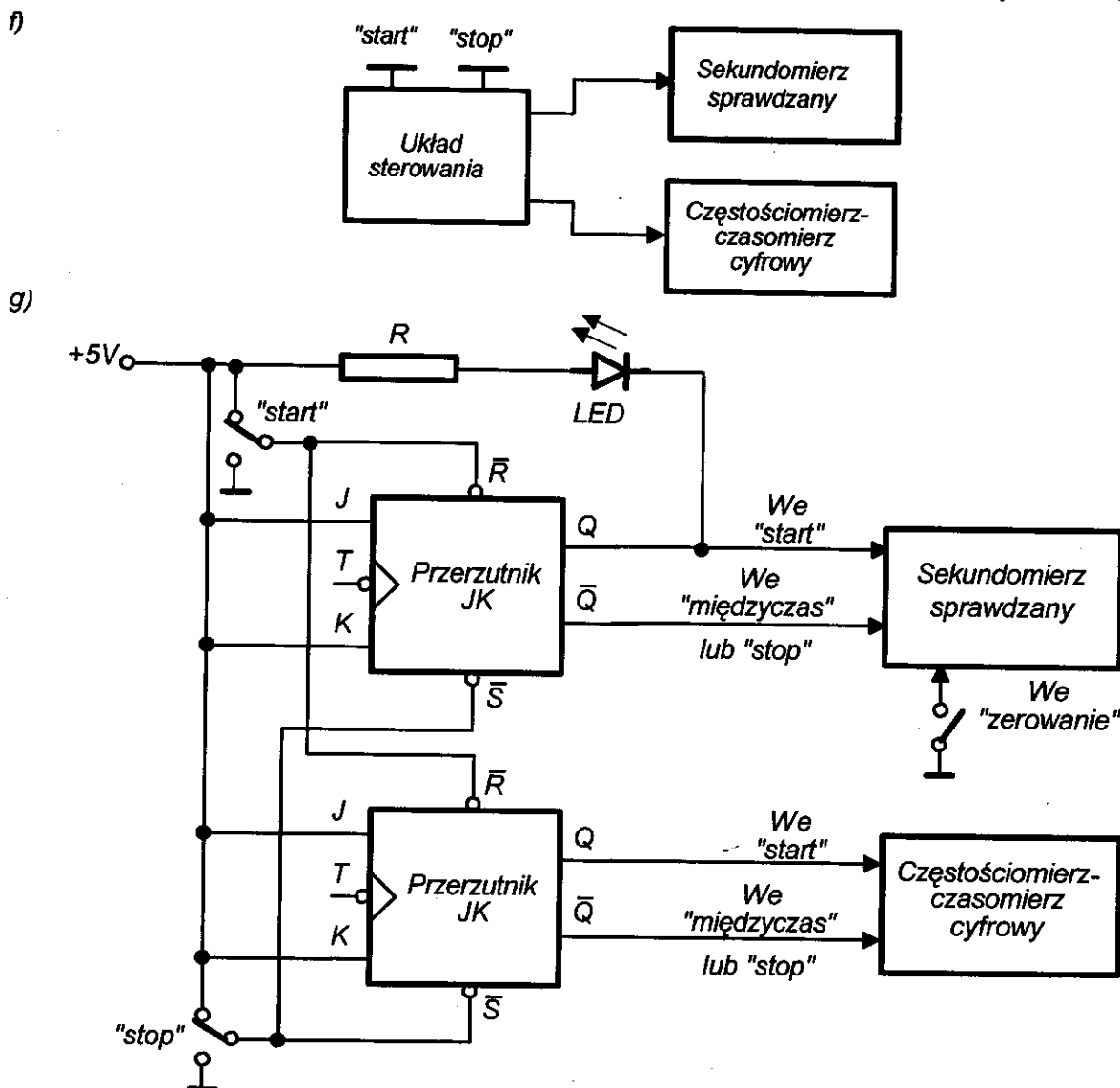
*0,1 Hz stosuje się tylko w przypadku sprawdzania błędu długoterminowego.

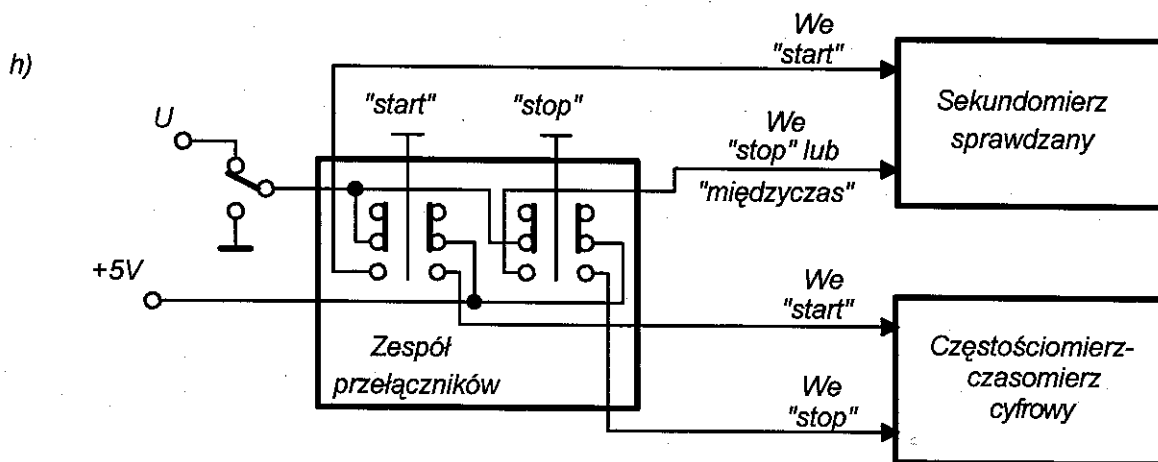


* 0,1 Hz stosuje się tylko w przypadku sprawdzania błędu długoterminowego.

- Zasada działania uogólnionego układu pomiarowego przedstawionego w ust. 1 na rysunku (c) jest następująca: generator wzorcowych przedziałów czasu dostarcza do układu sterowania przebieg impulsowy o wzorcowym okresie rzędu 1 s, a układ sterowania dopasowuje pod względem napięciowym i rezystancyjnym wyjście generatora do wejść sekundomierza oraz, w wersji bardziej rozbudowanej, zapewnia automatyczne przełączanie sygnału sterującego na odpowiednie wejścia sekundomierza.
- Układ pomiarowy przedstawiony w ust. 1 na rysunku (d) stanowi przykład realizacji układu opisanego w ust. 2. Realizacja ta jest przeznaczona do sprawdzania sekundomierzy o wejściach zgodnych ze standardem TTL, wyzwalanych zboczem opadającym. Zasada działania układu jest następująca:

- 1) częstotściomierz-czasomierz cyfrowy ma zgodne ze standardem TTL wyjście przebiegu częstotliwości wzorcowej o wartości częstotliwości 1 Hz albo 0,5 Hz, odpowiednio dla sekundomierzy o wartości rozdzielczości mniejszej od 1 s albo równej 1 s,
 - 2) układ sterowania ma postać przerzutnika typu JK działającego jako dzielnik częstotliwości przez 2; sygnały z wyjść Q i \bar{Q} przerzutnika sterują odpowiednio wejścia „start” i „stop” (lub „międzyczas”) sekundomierza, powodując pomiar przedziałów czasu o wartości 2 s lub 4 s albo pomiar międzyczasów w odstępach 1 s lub 2 s (pierwszy odstęp) i 2 s lub 4 s (następne odstępy),
 - 3) zerowanie (kasowanie) po zakończeniu każdego pomiaru przedziału czasu lub serii pomiarów międzyczasów jest dokonywane ręcznie przez naciśnięcie odpowiedniego przycisku sekundomierza lub zewnętrznego przycisku dołączonego do wejścia „zerowanie”,
 - 4) niskoprądowa dioda LED sygnalizuje stan wyjścia Q i ułatwia zerowanie sekundomierza we właściwej chwili.
4. Układ pomiarowy przedstawiony w ust. 1 na rysunku (e) jest uproszczeniem układu opisanego w ust. 3. Nie zawiera on układu sterowania, wobec czego dołączanie sygnału sterowania do odpowiednich wejść sekundomierza jest dokonywane ręcznie. Aby wyzwalać następowało tylko w chwilach występowania opadającego zbocza impulsu, sygnał należy dołączać lub odłączać wtedy, kiedy ma on poziom „1” (wysoki), tj. odpowiada poziomowi wejścia otwartego, co sygnalizuje dioda LED.
- § 9.1. Błędy wskazań sekundomierzy sterowanych elektrycznie (automatycznie) przy zastosowaniu metody opisanej w § 6 ust. 2 pkt 2 lit. b należy wyznaczyć w uogólnionym układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku (f), którego przykłady realizacji są przedstawione na rysunkach (g) i (h):





2. Zasada działania uogólnionego układu pomiarowego przedstawionego w ust. 1 na rysunku (f) jest następująca: układ sterowania dostarcza elektryczne impulsy sterujące „start” i „stop” (lub „międzyczas”) o odpowiednim poziomie i kształcie jednocześnie do sekundomierza sprawdzanego i częstościomierza-czasomierza cyfrowego; są one inicjowane przez naciśnięcie przycisków „start” i „stop”.
3. Układ pomiarowy przedstawiony w ust. 1 na rysunku (g) stanowi przykład realizacji układu opisanego w ust. 2. Realizacja ta jest przeznaczona do sprawdzania sekundomierzy o wejściach zgodnych ze standardem TTL, wyzwalanych opadającym zboczem impulsu. Zasada działania układu jest następująca:
 - 1) układ sterowania stanowią dwa przerzutniki typu JK wraz z przełącznikami „start” i „stop” oraz diodą LED,
 - 2) przełączniki „start” i „stop” służą do ręcznego inicjowania generacji sygnałów „start” i „stop” na wyjściach Q i \bar{Q} przerzutników; sygnały te wyzwalają jednocześnie odpowiednie wejścia sekundomierza i częstościomierza-czasomierza cyfrowego, które powinny być nastawione na odpowiednie poziomy wyzwalania i zbocza impulsów wyzwalających,
 - 3) niskoprądowa dioda LED sygnalizuje niski poziom na wyjściu Q, tj. czas pomiaru,
 - 4) zerowanie sekundomierza po każdym pomiarze jest dokonywane ręcznie za pomocą odpowiedniego przycisku sekundomierza lub zewnętrznego przycisku „zerowanie”.
4. Układ pomiarowy przedstawiony w ust. 1 na rysunku (h) jest realizacją układu, o którym mowa w ust. 2, o stosunkowo dużej uniwersalności. Zasada jego działania jest następująca:
 - 1) układ sterowania stanowi zespół przełączników, który służy do jednoczesnego podawania impulsu o napięciu U lub o potencjale masy na sekundomierz oraz impulsu o napięciu 5 V na częstościomierz-czasomierz cyfrowy; różnica czasu podawania impulsów na oba wymienione przyrządy przy zastosowaniu przełączników typu „Isostat” wynosi około 1 ms, co ogranicza zastosowanie tego układu do sprawdzania sekundomierzy o wartości rozdzielczości nie mniejszej niż 0,01 s,
 - 2) w razie zastosowania tzw. „stabilnych” przełączników możliwe jest wyzwalanie sekundomierza zarówno przez dołączenie napięcia U lub potencjału masy (naciśnięcie przełącznika „start” lub „stop”), jak i przez odłączenie tego napięcia lub potencjału (zwolnienie przełącznika) – jeżeli sekundomierz ma tego rodzaju wyzwalanie,
 - 3) właściwe, jednoczesne wyzwalanie częstościomierza-czasomierza uzyskuje się przez nastawienie jego wejść „start” i „stop” na odpowiednie poziomy i zbocza impulsów wyzwalających,
 - 4) zerowanie sekundomierza po każdym pomiarze jest dokonywane przez naciśnięcie odpowiedniego przycisku sekundomierza.

Sprawdzanie błędu długoterminowego

Sekundomierze sterowane ręcznie bez wyjścia wewnętrznej częstotliwości wzorcowej

§10.1. Błąd długoterminowy sekundomierzy sterowanych ręcznie, nie mających wyjścia wewnętrznej częstotliwości wzorcowej, należy sprawdzić przez wyznaczenie:

- 1) względnego odchylenia częstotliwości wewnętrznego generatora kwarcowego sekundomierza za pomocą chronokomparatora oraz błędu wskazania przy pomiarze długiego przedziału czasu o wartości około 1 000 s (wartość ta powinna zawierać się w zakresie od 990 s do 1 100 s) – w przypadku wyposażenia stanowiska pomiarowego w chronokomparator, albo
 - 2) błędu wskazania przy pomiarze długiego przedziału czasu o wartości około 10 000 s (wartość ta powinna zawierać się w zakresie od 9 900 s do 11 000 s) – w przypadku braku chronokomparatora.
2. Względne odchylenie częstotliwości y_M wewnętrznego generatora kwarcowego sekundomierza, o którym mowa w ust. 1 pkt 1, należy obliczyć na podstawie średniej arytmetycznej M_x co najmniej sześciu wyników pomiarów względnego przyrostu błędu sekundomierza M , wykonanych za pomocą chronokomparatora, ze wzoru:

$$y_M = \frac{\{M_x\}_{s/d}}{86\,400} ,$$

gdzie:

$\{M_x\}_{s/d}$ – wartość liczbowa względnego przyrostu błędu sekundomierza wyrażonego w s/d.

3. Pomiary parametru M powinny być wykonane w czasie wyznaczania błędu wskazania długiego przedziału czasu, o którym mowa w ust. 1 pkt 1, mniej więcej pośrodku tego przedziału, w krótkich odstępach czasu (co kilka sekund).
4. Graniczny błąd Δy_M wyznaczenia y_M należy obliczyć ze wzoru:

$$\Delta y_M = \pm \frac{\{|\Delta M|\}_{s/d}}{86\,400} ,$$

gdzie:

$|\Delta M| = |\Delta M_{\text{sys}}| + |\Delta M_{\text{przyp}}|$ – graniczny błąd wyznaczenia parametru M ,

ΔM_{sys} – błąd systematyczny wskazań chronokomparatora określony na podstawie aktualnego świadectwa uwierzytelnienia chronokomparatora; jeżeli chronokomparator został sprawdzony bezpośrednio przed pomiarem lub po pomiarze parametru M , wykonanym według niniejszego ustępu, i została wprowadzona odpowiednia poprawka do wyniku tego pomiaru, to ten składnik błędu należy pominać, tj. przyjąć $\Delta M_{\text{sys}} = 0$,

ΔM_{przyp} – graniczny błąd przypadkowy wyznaczenia parametru M .

5. Wartość granicznego błędu przypadkowego ΔM_{przyp} , o którym mowa w ust. 4, należy przyjąć następująco:
 - 1) jeżeli błędy przypadkowe pomiarów parametru M , obliczone jako różnica między poszczególnymi wynikami a ich wartością średnią, nie przekraczają $\pm 0,1$ s/d:

$$\Delta M_{\text{przyp}} = \pm (|\Delta M_{\text{max}}| + \Delta_1) ,$$

gdzie:

ΔM_{max} – największy błąd przypadkowy w wykonanej serii pomiarów,

Δ_1 – wartość odpowiadająca jedności na ostatnim miejscu cyfrowego wskazania chronokomparatora (w przypadku chronokomparatora analogowego składnik ten nie występuje),

- 2) jeżeli błędy przypadkowe przekraczają $\pm 0,1$ s/d:

$$\Delta M_{\text{przyp}} = \pm 3s_a ,$$

gdzie:

s_a – eksperymentalne odchylenie standardowe średniej arytmetycznej wyników pomiarów.

6. Błąd wskazania długiego przedziału czasu (około 1 000 s), o którym mowa w ust. 1 pkt 1, należy wyznaczyć korzystając z układu pomiarowego przedstawionego w § 7 ust. 1 na rysunku (b), albo z innego układu wykonanego według ogólnej zasady przedstawionej w § 7 ust. 1 na rysunku (a).
7. Stosując układ pomiarowy przedstawiony w § 7 ust. 1 na rysunku (b), należy postępować zgodnie z § 6 ust. 2 pkt 1 i § 7 ust. 4 z tym, że zamiast wielokrotnych pomiarów krótkich przedziałów czasu należy jednokrotnie zmierzyć przedział czasu o wartości około 1000 s.
8. Jeżeli sekundomierz jest wyposażony w przycisk „międzyczas” to pomiar, o którym mowa w ust. 7, zaleca się wykonać przy wykorzystaniu pary przycisków „start” – „międzyczas” w sekundomierzu oraz pary wejść „start” – „międzyczas” w częstotściomierzu-czasomierzu cyfrowym, co w razie nieudanego pomiaru umożliwia natychmiastowe jego powtórzenie przez pomiar następnego międzyczasu.
9. Wartość błędu wyznaczoną zgodnie z ust. 6 należy uznać za spełniającą wymagania przepisów, jeżeli jest spełniona nierówność:

$$\Delta \tau \leq (|y_M| + |\Delta y_M|) \cdot \tau + |\Delta \tau_{kr}| + 0,02 \text{ s} ,$$

gdzie:

$\Delta \tau = \tau_{\text{wsk}} - \tau$ – wyznaczony błąd wskazania sekundomierza,

τ_{wsk} – wartość zmierzonego przedziału czasu wskazana przez sekundomierz,

τ – poprawna wartość zmierzonego przedziału czasu,

$y_M, \Delta y_M$ – parametry wyznaczone zgodnie z ust. 2–5,

$|\Delta \tau_{kr}|$ – błąd serii pomiarów wykonanych przy sprawdzaniu błędu krótkoterminowego dla tej samej pary przycisków, która została wykorzystana przy pomiarze wykonanym według ust. 6–8 (patrz § 6 ust. 2 pkt 1 i § 6 ust. 3 pkt 1),

0,02 s – dodatkowy składnik, uwzględniający możliwość przypadkowego zwiększenia składowej subiektywnej błędu krótkoterminowego oraz możliwość zmiany wartości y_M w trakcie pomiaru τ na skutek niestabilności krótkoterminowej i temperaturowej wewnętrznego generatora kwarcowego sekundomierza.

10. Błąd wskazania długiego przedziału czasu (około 10 000 s), o którym mowa w ust. 1 pkt 2, należy wyznaczyć korzystając z tych samych układów pomiarowych i w podobny sposób, jak opisano w ust. 6. Jeżeli zakres wskazań sekundomierza jest mniejszy niż 1 000 s, jako całkowite wskazanie sekundomierza należy przyjąć sumę określonej liczby przedziałów czasu równych zakresowi i wskazania końcowego. Następnie należy obliczyć:

- 1) względne odchylenie częstotliwości $y_{\tau_{\text{wsk}}}$ wewnętrznego generatora kwarcowego sekundomierza ze wzoru:

$$y_{\tau_{\text{wsk}}} = \frac{\Delta \tau}{\tau} ,$$

gdzie:

$\Delta \tau = \tau_{\text{wsk}} - \tau$ – wyznaczony błąd wskazania sekundomierza,

τ_{wsk} – wartość zmierzonego przedziału czasu wskazana przez sekundomierz,

τ – poprawna wartość zmierzonego przedziału czasu,

- 2) graniczny błąd $\Delta y_{\tau_{\text{wsk}}}$ wyznaczenia $y_{\tau_{\text{wsk}}}$ ze wzoru:

$$\Delta y_{\tau_{\text{wsk}}} = \pm \frac{|\Delta \tau_{\text{kr}}|}{\tau},$$

gdzie:

$|\Delta \tau_{\text{kr}}|$ – błąd serii pomiarów wykonanych przy sprawdzaniu błędu krótkoterminowego dla tej samej pary przycisków, która została wykorzystana przy pomiarze zgodnym z niniejszym ustępem.

Sekundomierze sterowane ręcznie z wyjściem wewnętrznej częstotliwości wzorcowej

- §11.1. Błąd długoterminowy sekundomierzy sterowanych ręcznie, wyposażonych w wyjście wewnętrznej częstotliwości wzorcowej, należy sprawdzić przez wyznaczenie względnego odchylenia częstotliwości wewnętrznego generatora kwarcowego oraz sprawdzenie błędu wskazania przy pomiarze długiego przedziału czasu o wartości około 1 000 s (wartość ta powinna zawierać się w granicach od 990 s do 1 100 s).
2. Względne odchylenie częstotliwości y_f wewnętrznego generatora kwarcowego sekundomierza, o którym mowa w ust. 1, należy wyznaczyć za pomocą częstociomierza-czasomierza cyfrowego na podstawie pomiarów częstotliwości lub okresu (albo średniego okresu) przebiegu na wyjściu wewnętrznej częstotliwości wzorcowej. Pomiaru powinny być wykonane w czasie wyznaczania błędu wskazania długiego przedziału czasu, o którym mowa w ust. 1, mniej więcej pośrodku tego przedziału. Należy dokonać co najmniej sześciu pomiarów z rozdzielczością względną (rozumianą jako stosunek rozdzielczości wskazań przyrządu do wartości wyniku pomiaru) $1 \cdot 10^{-7}$. Wartość y_f należy obliczyć ze wzorów:

$$y_f = \frac{f_{\text{sr}} - f_n}{f_n} = \frac{T_n - T_{\text{sr}}}{T_{\text{sr}}} \approx \frac{T_n - T_{\text{sr}}}{T_n},$$

gdzie:

$f_{\text{sr}}, T_{\text{sr}}$ – odpowiednio wartość poprawna częstotliwości i okresu, obliczona jako średnia arytmetyczna z uzyskanych wyników pomiarów,

f_n, T_n – odpowiednio wartość nominalna częstotliwości i okresu.

3. Graniczny błąd Δy_f wyznaczenia y_f należy obliczyć następująco:

- 1) jeżeli względne błędy przypadkowe pomiarów częstotliwości lub okresu, dokonanych zgodnie z ust. 2, obliczone jako różnica między poszczególnymi wynikami pomiarów a ich wartością średnią podzielona przez tę wartość średnią, nie przekraczają $\pm 1 \cdot 10^{-6}$:

$$\Delta y_f = \pm (|\delta_{\text{max}}| + |y_{\text{czest}}|),$$

gdzie:

δ_{max} – największy względny błąd przypadkowy w wykonanej serii pomiarów,

y_{czest} – względne odchylenie częstotliwości wzorcowej częstociomierza-czasomierza cyfrowego, określone na podstawie jego aktualnego świadectwa uwierzytelnienia lub – jeżeli jest on synchronizowany zewnętrzną częstotliwością wzorcową – względne odchylenie tej częstotliwości,

- 2) jeżeli względne błędy przypadkowe pomiarów, o których mowa w pkt 1, przekraczają $\pm 1 \cdot 10^{-6}$:

$$\Delta y_f = \pm 3s_a,$$

gdzie:

s_a – eksperymentalne odchylenie standardowe średniej arytmetycznej z wyników pomiarów.

4. Błąd wskazania długiego przedziału czasu (o wartości około 1 000 s), o którym mowa w ust. 1, należy wyznaczyć w sposób opisany w § 10 ust. 6 i ocenić za pomocą nierówności podanej w § 10 ust. 9, podstawiając zamiast parametrów y_M i Δy_M parametry y_f i Δy_f wyznaczone zgodnie z ust. 2 i 3.

**Sekundomierze sterowane elektrycznie (automatycznie)
bez wyjścia wewnętrznej częstotliwości wzorcowej**

§ 12.1. Błąd długoterminowy sekundomierzy sterowanych elektrycznie (automatycznie), nie mających wyjścia wewnętrznej częstotliwości wzorcowej, należy sprawdzić następująco:

- 1) przez wyznaczenie błędu wskazania długiego przedziału czasu o wartości około 10 000 s, zawierającej się w granicach od 9 900 s do 11 000 s, albo
 - 2) zgodnie z § 13 niniejszej instrukcji – jeżeli konstrukcja sekundomierza umożliwia wyprowadzenie przebiegu wewnętrznej częstotliwości wzorcowej na zewnątrz w taki sposób, aby wewnętrzny generator kwarcowy nie uległ rozstrojeniu (przebieg powinien być wyprowadzony z wyjścia dzielnika częstotliwości wystarczająco odległego od generatora kwarcowego).
2. Błąd wskazania długiego przedziału czasu, o którym mowa w ust. 1 pkt 1, należy wyznaczyć, stosując jeden z układów pomiarowych opisanych w § 8 lub § 9 i metodę pomiarową zgodną odpowiednio z § 6 ust. 2 pkt 2 lit. a lub § 6 ust. 2 pkt 2 lit. b z tym, że zamiast wielokrotnych pomiarów krótkich przedziałów czasu należy jednorazowo zmierzyć przedział czasu o wartości około 10 000 s. W razie stosowania układów pomiarowych przedstawionych w § 8 ust. 1 na rysunkach (d) i (e) należy dodatkowo uwzględnić uwagi podane w ust. 4 i 5 niniejszego paragrafu.
3. Jeżeli sekundomierz jest wyposażony w wejście „międzyczas”, to pomiar, o którym mowa w ust. 2, zaleca się wykonać przy wykorzystaniu tego wejścia zamiast wejścia „stop”, oraz – w układach opisanych w § 9 – przy wykorzystaniu wejścia „międzyczas” częstościomierza-czasomierza cyfrowego.
4. Stosując układ pomiarowy przedstawiony w § 8 ust. 1 na rysunku (d), sprawdzenia należy dokonać następująco:
- 1) jeżeli sekundomierz nie ma wejścia „międzyczas”, wówczas:
 - a) odłączyć przewód od wejścia „stop” sekundomierza, a częstościomierz-czasomierz cyfrowy nastawić na pomiar przedziału czasu z rozdzielczością 10 s (na jego wyjściu występuje wtedy przebieg 0,1 Hz),
 - b) wyzerować częstościomierz-czasomierz cyfrowy i zainicjować w nim pomiar za pomocą przycisku „start” oraz wyzerować sekundomierz; czynności te należy wykonać szybko, jedną po drugiej, w ciągu kilku sekund, zanim pojawi się pierwsze po wyzerowaniu opadające zbcze przebiegu 0,1 Hz na wyjściu częstościomierza-czasomierza cyfrowego; zbcze to powoduje zmianę stanu przerzutnika, zainicjowanie pomiaru w sekundomierzu i zliczenie pierwszej jednostki pomiarowej w częstościomierzu-czasomierzu cyfrowym,
 - c) po upływie około 10 000 s, podczas świecenia się diody LED dołączyć przewód do wejścia „stop” sekundomierza i bezpośrednio po zatrzymaniu zliczania w sekundomierzu wcisnąć przycisk „stop” częstościomierza-czasomierza cyfrowego,
 - d) odczytać wskazanie sekundomierza oraz liczbę wyświetlaną przez częstościomierz-czasomierz cyfrowy i obliczyć błąd wskazania $\Delta\tau$ ze wzoru:

$$\Delta\tau = \tau_{\text{wsk}} - (n - 1) \cdot 10 \text{ s,}$$

gdzie:

- τ_{wsk} – wartość przedziału czasu wskazana przez sekundomierz,
 n – liczba wyświetlona na wskaźniku cyfrowym częstościomierza-czasomierza cyfrowego,

- 2) jeżeli sekundomierz jest wyposażony w wejście „międzyczas”, wówczas:
 - a) przewód z wyjścia przerzutnika dołączyć do wejścia „międzyczas” sekundomierza i wykonać czynności, o których mowa w pkt 1 lit. a i b; sekundomierz będzie wskazywał

- wartości „międzyczas” w chwilach występowania opadających zboczy przebiegu na wyjściu przerzutnika (pierwszy międzyczas wystąpi po upływie 10 s, następne – co 20 s),
- b) po upływie około 10 000 s odczytać równocześnie wskazanie międzyczasu w sekundomierzu i liczbę wyświetlaną przez częstotlicznik-czasomierz cyfrowy oraz obliczyć błąd wskazania $\Delta\tau$ według wzoru podanego w pkt 1.
5. Stosując układ pomiarowy przedstawiony w § 8 ust. 1 na rysunku (e), sprawdzenia należy dokonać w sposób następujący:
- 1) odłączyć przewód od sekundomierza i wyzerować go,
 - 2) częstotlicznik-czasomierz cyfrowy nastawić na pomiar przedziału czasu z rozdzielczością 10 s i wyzerować,
 - 3) natychmiast po wyzerowaniu częstotlicznika-czasomierza cyfrowego, podczas świecenia się diody LED zainicjować w nim pomiar za pomocą przycisku „start” oraz dołączyć przewód do wejścia „start” sekundomierza, zanim pojawi się pierwsze po wyzerowaniu opadające zbcze przebiegu 0,1 Hz na wyjściu częstotlicznika-czasomierza cyfrowego; powoduje ono zainicjowanie pomiaru w sekundomierzu, zliczenie pierwszej jednostki pomiarowej w częstotliczniku-czasomierzu cyfrowym i zgaśnięcie diody LED,
 - 4) odłączyć przewód od wejścia „start” i postępować dalej następująco:
 - a) jeżeli sekundomierz nie ma wejścia „międzyczas” – po upływie około 10 000 s, podczas świecenia się diody LED dołączyć przewód do wejścia „stop” sekundomierza; bezpośrednio po zatrzymaniu zliczania w sekundomierzu wcisnąć przycisk „stop” częstotlicznika-czasomierza cyfrowego; odczytać wskazanie sekundomierza oraz liczbę wyświetlaną przez częstotlicznik-czasomierz cyfrowy i obliczyć błąd wskazania $\Delta\tau$ sekundomierza ze wzoru podanego w ust. 4 pkt 1,
 - b) jeżeli sekundomierz ma wejście „międzyczas” – po odłączeniu od wejścia „start” dołączyć przewód do wejścia „międzyczas” sekundomierza, który będzie wskazywał wartości międzyczasu co 10 s; po upływie około 10 000 s odczytać równocześnie wskazanie międzyczasu w sekundomierzu i liczby wyświetlanej przez częstotlicznik-czasomierz cyfrowy oraz obliczyć błąd wskazania $\Delta\tau$ sekundomierza według wzoru podanego w ust. 4 pkt 1.
6. Po wyznaczeniu błędu wskazania, o którym mowa w ust. 1 pkt 1, należy obliczyć względne odchylenie częstotliwości $y_{\tau_{\text{wsk}}}$ wewnętrznego generatora kwarcowego sekundomierza oraz graniczny błąd $\Delta y_{\tau_{\text{wsk}}}$ wyznaczenia tego odchylenia według wzorów podanych w § 10 ust. 10. Parametr $|\Delta\tau_{\text{st}}|$, występujący we wzorze podanym w § 10 ust. 10 pkt 2, w tym przypadku odnosi się nie do określonej pary przycisków, lecz do określonej pary wejść elektrycznych („start” – „stop” lub „start” – „międzyczas”) sekundomierza.

**Sekundomierze sterowane elektrycznie (automatycznie)
z wyjściem wewnętrznej częstotliwości wzorcowej**

- § 13. Błąd długoterminowy sekundomierzy sterowanych elektrycznie (automatycznie), wyposażonych w wyjście wewnętrznej częstotliwości wzorcowej, należy sprawdzić w sposób opisany w § 11 z tym, że błąd wskazania długiego przedziału czasu (o wartości około 1 000 s) należy wyznaczyć w sposób opisany w § 12 ust. 2–5 i ocenić zgodnie z § 11 ust. 4.

Ocena i przedstawienie wyników sprawdzania błędów sekundomierza

- § 14.1. Błąd krótkoterminowy sekundomierza, wyznaczony zgodnie z § 6–9, nie powinien przekraczać wartości błędów granicznych dopuszczalnych podanych w § 4 ust. 1 przepisów (tablica, kolumny 2–4).

2. Błąd długoterminowy sekundomierza obliczony ze wzoru:

$$\Delta\tau_{\text{dl}} = y_{\text{wyzn}} \tau ,$$

gdzie:

- y_{wyzn} – wartość odchylenia względnego częstotliwości wewnętrznego generatora kwarcowego sekundomierza wyznaczona zgodnie z § 10–13 jako y_M , y_{rwsk} lub y_f ,
 τ – wartość poprawna mierzonego przedziału czasu (symbol ogólny),

nie powinien przekraczać wartości błędów granicznych dopuszczalnych podanych § 4 ust. 1 przepisów (tablica, kolumna 5).

3. W celu udokumentowania wyników sprawdzania błędów sekundomierza należy je przedstawić w postaci uogólnionego błędu wskazania sekundomierza $\Delta\tau$ w następujący sposób:

$$\Delta\tau = y\tau \pm |\Delta\tau_{\text{kr}}|,$$

gdzie:

- y – względne odchylenie częstotliwości wewnętrznego generatora kwarcowego sekundomierza (symbol ogólny),
 τ – wartość poprawna mierzonego przedziału czasu (symbol ogólny),
 $|\Delta\tau_{\text{kr}}|$ – wartość błędu krótkoterminowego sekundomierza wyznaczona zgodnie z § 6–9.

Należy również podać wartość parametru y , wyznaczoną zgodnie z § 10–13 jako y_M , y_{rwsk} lub y_f , oraz wartość granicznego błędu wyznaczenia parametru y , obliczoną zgodnie z § 10–13 jako Δy_M , Δy_{rwsk} lub Δy_f .

4. W przypadku sekundomierzy, w których mierzony przedział czasu jest wyrażony w sekundach, minutach i godzinach, należy dodatkowo podać błąd wskazania $\Delta\tau_{\text{th}}$ dla przedziału czasu równego godzinie w następującej postaci:

$$\Delta\tau_{\text{th}} = \Delta\tau_{\text{thobl}} \pm |\Delta\tau_{\text{kr}}|,$$

gdzie:

- $\Delta\tau_{\text{thobl}} = y_{\text{wyzn}} \cdot 3\,600 \text{ s}$,
 y_{wyzn} – wartość wyznaczona zgodnie z § 10–13 jako y_M , y_{rwsk} lub y_f ,
 $|\Delta\tau_{\text{kr}}|$ – wartość błędu krótkoterminowego sekundomierza wyznaczona zgodnie z § 6–9.

Dokumentowanie wyników sprawdzenia

§ 15.1. Wyniki sprawdzenia sekundomierzy należy zanotować w zapisie sprawdzania.

2. Pozytywny wynik sprawdzenia jest podstawą wystawienia świadectwa uwierzytelnienia, o którym mowa w § 6 przepisów.

Redakcja: Biuro Prawne Głównego Urzędu Miar, 00-139 Warszawa, ul. Elektoralna 2.

Druk, prenumerata i kolportaż: Wydawnictwa Normalizacyjne „ALFA” – „WERO” Sp. z o.o.

00-511 Warszawa, ul. Nowogrodzka 22

Pojedyncze egzemplarze Dziennika Urzędowego można nabywać

w Centralnej Księgarni Norm, 00-820 Warszawa, ul. Sienna 63, tel. 620 45 00, 620 71 31