

JERZY MINISZEWSKI

BOGDAN CAŁUSIŃSKI

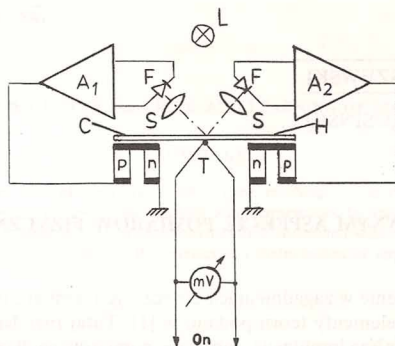
O PEWNYM ASPEKTCIE POMIARÓW FIZYCZNYCH

Istotne znaczenie w zagadnieniach dotyczących pomiaru mają autometry. Ich określenie i elementy teorii podano w [1]. Tutaj przedstawione zostaną jedynie najważniejsze implikacje dotyczące pomiarów wielkości fizycznych.

Niewątpliwie, punktem wyjścia rozważań musi być uściślenie warunku a) def. 4, podanej w [1]. Dotyczy ono jednoznacznego rozumienia pojęcia „właściwego zestawienia przyrządu z mierzonym obiektem”. Zestawienie takie obliuguje jednoczesność pomiaru wszystkich parametrów autometryzowanej cechy. Nie można zatem uważać za autometr urządzenia, w którym mikroprocesor zapamiętuje odczyty dokonywanych kolejno pomiarów dokonywanych przez uruchomione w odpowiedniej kolejności przyrządy, a sprzężony z układem pomiarowym kalkulator oblicza ostateczny wynik pomiaru. Jest to bowiem sytuacja analogiczna do takiej, jaką otrzymaliśmy dokonując pomiarów parametrów cechy przez mierzenie ich kolejno różnymi przyrządami, które – każdy „w sposób właściwy” – zestawimy z przedmiotem. Pomijając, mniej istotny tutaj, sposób obliczania wyniku – taki pomiar nie spełnia warunku a) def. 4. Z rozważań tych wyłączamy pomiary z dziedziny fizyki kwantowej, gdyż ona sama narzuca jeszcze inne, dodatkowe ograniczenia.

Istnieje wszakże inny jeszcze aspekt zagadnienia. Jednoczesność i nie należy rozumieć z bezwzględną dokładnością, bowiem istnieje minimalny, niezbędny czas pomiaru danym przyrządem, który dla różnych parametrów cechy może być różny. Słowem autometryzacja to rządząca się swoimi, ściśle sformułowanymi w [1] prawami, metoda pomiarowa, nie zaś działalność zmierzająca do możliwie najpełniej zautomatyzowanych lub zrobotyzowanych czynności związanych z pomiarem. Jej znaczenie jest bardzo duże, ponieważ stanowi one punkt wyjścia do różnych koncepcji automatyzacji czynności pomiarowych.

Automatyzację procesu pomiaru podzielić można na etapy, z których każdy jest autometryzacją w sensie def. 4, np. pomiar ciepła właściwego



Rys. 1. Schemat ideowy ilustrujący zasadę działania autometru do pomiaru wilgotności powietrza o ustalonej temperaturze.

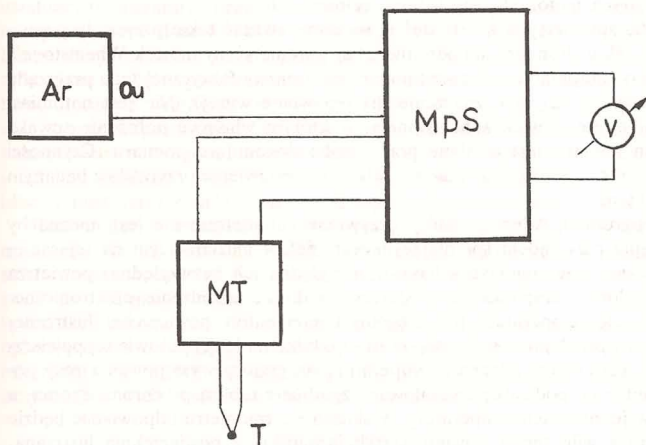
- A₁ – Wzmacniacz elektroniczny, który zasila przetwornik chłodzący lewą część powierzchni lustrzanej aż do chwili, gdy na niej pojawi się rosa.
- A₂ – Wzmacniacz elektroniczny, który zasila przetwornik ogrzewający prawą część powierzchni lustrzanej aż do chwili, gdy na niej nie zaniknie rosa.
- p-n – Półprzewodnikowe przetworniki termoelektryczne.
- T – Termopara mierząca temperaturę na granicy między częścią powierzchni lustrzanej pokryta rosą i częścią nie pokryta rosą.
- mV – Miliwoltomierz mierzący SEM termopary wyskalowany w jednostkach wilgotności, zgodnie z tablicą psychrometryczną dla danej temperatury.
- Cu – Wyjście do miernika zewnętrznego.
- F – Fotodiody.
- S – Układy optyczne.
- C – Chłodzona część płytki z powierzchnią lustrzaną.
- H – Ogrzewana część płytki z powierzchnią lustrzaną.

Fig. 1. Schematic diagram illustrating the principle of work of an autometer for measuring air humidity.

- A₁ – Electronic amplifier feeding the converter which heats the right part of the reflex surface till the moment when the dew on it.
- A₂ – Electronic amplifier feeding the converter which cools the left part of the reflex surface till the moment when the dew on it.
- p-n – Thermoelectric semiconductor converters.
- T – Thermo-couple measuring temperature on the border line between the part of the reflex surface covered with dew and the uncovered one.
- mV – Milivoltmeter measuring thermo-coupled SEM, graduated in humidity units, according to the psychrometric table for given temperature.
- Ou – Output to the external measuring instrument.
- F – Photodiodes.
- S – Optic sets.
- C – Cooled part of the plate with the reflex surface.
- H – Heated part " " " " " "

ciała stałego (lub cieczy) metodą kalorymetryczną podzielić można na następujące autometryzowalne etapy:

1. zważenie kalorymetru (na wadze uchyłnej)
2. zważenie cieczy kalorymetrycznej (na wadze uchyłnej)
3. wlanie cieczy kalorymetrycznej do kalorymetru i (po odczekaniu odpowiednio długiego czasu) zmierzenie ich temperatury
4. zważenie badanego ciała (na wadze uchyłnej)
5. zmierzenie temperatury tego ciała



Rys. 2. Schemat ilustrujący zasadę działania autometru do pomiaru wilgotności powietrza o dowolnej temperaturze.

- Ar – Autometr do pomiaru wilgotności w ustalonej temperaturze np. z Rys. 1.
 MpS – Układ mikroprocesora o pamięci, do której wprowadzono dane z tablicy psychrometrycznej.
 T – Termopara do pomiaru temperatury otoczenia.
 MT – Miernik wyskalowany w jednostkach wilgotności.
 V – Miernik wyskalowany w jednostkach wilgotności.

Fig. 2. Diagram illustrating the principle of an autometer for measuring air humidity at any temperature.

- Ar – Autometr to measure humidity at fixed temperature e.g. from Fig. 1.
 MpS – Set of microprocessor and memory into which the data from the psychrometric table have been introduced.
 T – Thermo-couple for measuring environment temperature.
 V – Milivoltmeter measuring thermo-coupled SEM.
 MT – Measuring instrument graduated in humidity units.

6. wrzucenie ciała do kalorymetru i (po odczekaniu odpowiednio długiego czasu) zmierzenie temperatury cieczy kalorymetrycznej.

Uzyskane odczyty pomiarów wymienionych w 1–6 pozwalają na obliczenie ciepła właściwego badanego ciała. Można to obliczenie wykonać także przy pomocy komputera. Czynności wymienione w 1–6 obejmują także „odczekanie odpowiedniego czasu” bądź „mieszanie cieczy kalorymetrycznej” rozumiemy tutaj jako określone w warunku a) def. 4 „właściwe zestawienie przyrządu z mierzonym obiektem”. Fakt nieużywania autometru do pomiaru ciepła właściwego w taki właśnie sposób wynika jedynie z istnienia dogodniejszych metod służących temu celowi.

Za autometry w sensie def. 4 możemy uważać takie przyrządy pomiarowe jak woltomierz, amperomierz czy automatyczny mostek Wheatstone’a (słowo „automatyczny” zaczerpnięte jest z nazwy fabrycznej tego przyrządu i ma ono tutaj inne znaczenie niż omawiane wyżej). Nie jest natomiast autometrem mostek Wheatstone’a, w którym właściwe położenie suwaka potencjometru jest ustalane przez osobę dokonującą pomiaru. Czynności tajne można bowiem uważać za „właściwe zestawienie przyrządu z badanym obiektem”.

Higrometr Alluarda, który oczywiście autometrem nie jest, można by zastąpić przyrządem spełniającym war. def. 4 i działającym na tej samej zasadzie. Aby zmierzyć wilgotność (względną lub bezwzględną) powietrza o ustalonej temperaturze wystarczy zbudować urządzenie elektroniczne, ustalające temperaturę poszczególnych elementów powierzchni lustrzanej tak, aby osiadanie rosy występowało np. tylko na lewej połowie tej powierzchni. Termometr mierzący temperaturę na granicy występowania rosy powinien mieć podziałkę wyskalowaną zgodnie z tablicą psychrometryczną, a nie w jednostkach temperatury. Wskazanie termometru odpowiadać będzie wówczas wilgotności powietrza stykającego się z powierzchnią lustrzaną. Łatwo zauważyć, że działanie tego przyrządu nie opiera się bezpośrednio na definicji wilgotności powietrza.

Istnieje ścisły związek między konstrukcją autometru, a formułą wyrażającą autometryzowaną cechę. Fizyka definiuje swoje pojęcie poprzez podanie sposobu ich pomiaru, a więc także matematycznej formuły pozwalającej obliczyć ostateczny wynik pomiaru. To zaś, w pewnym sensie, determinuje poszukiwanie odpowiedniego przyrządu (autometru) tzn. zasadę działania. Pamiętajmy bowiem, że autometryzacja jest pomiarem szczególnym – takim, który nie wymaga obliczeń w celu uzyskania ostatecznego wyniku. Więcej nawet, wyklucza przetwarzanie danych. Wynik musi być uzyskany wyłącznie poprzez jego jednoznaczny odczyt na skali. Jasne jest więc, że autometry matematyczne mają większy zakres swobody poszukiwań, ponieważ kreowanie pojęć matematycznych odbywa się poprzez ich włączanie do odpowiedniej struktury. Daje to możliwość korzy-

stania z różnych formuł równoważnych w sensie matematyki, a dających możliwości różnych rozwiązań konstrukcyjnych.

Przy takim ujmowaniu zagadnienia automatyzację procesu pomiarowego uważać można za łączenie w uporządkowany łańcuch poszczególnych autometryzacji i komputerowe opracowywanie uzyskanych za ich pośrednictwem danych oraz umożliwienie odczytu wyniku.

Jako przykład można by tu podać automat do pomiaru wilgotności powietrza o dowolnej temperaturze zbudowany z automatu do pomiaru temperatury otoczenia, automatu do pomiaru wilgotności powietrza o ustalonej temperaturze oraz układu mikroprocesora i pamięci. Do pamięci są wprowadzone dane z tablicy psychrometrycznej. Automat do pomiaru temperatury otoczenia steruje pracą układu w ten sposób, że dostępne są tylko dane z tablicy psychrometrycznej, które odpowiadają danej temperaturze otoczenia. Automat do pomiaru wilgotności podaje do mikroprocesora sygnał odpowiadający punktowi rosy. Mikroprocesor wyszukuje w pamięci wartość wilgotności odpowiadającą danej temperaturze otoczenia i danemu punktowi rosy (zgodnie z tabelą psychrometryczną). Schemat ideowy ilustrujący zasadę działania takiego automatu przedstawia rys. 2.

Reasumując – znaczenie autometryzacji pomiarów fizycznych polega m.in. na tym, że jest ona niejako wstępem do automatyzacji. Analiza stosowanych obecnie technik pomiarowych i przyrządów pomiarowych pozwoli na dokonanie wielu usprawnień w tej dziedzinie polegających na konstrukcji autometrów, które podzielić można na dwie zasadnicze grupy: opierające zasadę swojego działania bezpośrednio na definicji wielkości mierzonej oraz te, które wykorzystują inne prawa. Ta druga grupa stwarza oczywiście o wiele większe możliwości inwencyjne.

BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Miniszewski, B. Całusiński: Autometers, PN WSP Częstochowa, seria: Matematyka, z. I, 57–72, (1989).

JERZY MINISZEWSKI
BOGDAN CAŁUSIŃSKI

ON A CERTAIN ASPECT OF PHYSICAL MEASUREMENTS

SUMMARY

The paper contains considerations concerning physical measurements automatization. It defines the principal conditions determining the essence of such measurements. It presents the relationships between automatization itself and the measuring process automatization. In the paper there are given examples of autometers serving physical quantity measurements as well as the schematic diagram of the measuring automatic machine.