

2

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

67599

Patent dodatkowy
do patentu _____

Kl. 42d,2/20

Zgłoszono: 04.III.1969 (P 132 115)

Pierwszeństwo: _____

MKP G01d 1/02

Opublikowano: 15.XI.1973



Twórca wynalazku: Edward Żaboklicki

Właściciel patentu: Instytut Tele- i Radiotechniczny, Warszawa (Polska)

Urządzenie pomiarowe do wyznaczania wartości średniej i odchylenia standardowego

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie pomiarowe do wyznaczania wartości średniej i odchylenia standardowego.

Znane są urządzenia pomiarowe z uproszczoną obróbką statystyczną wyników pomiarowych, przeznaczone głównie dla małych zakładów przemysłowych i ośrodków badawczych nie posiadających dostępu do komputera.

Znane urządzenia analogowe lub cyfrowe, sortują automatycznie wyniki dokonywanych pomiarów za zadane klasy i ewentualnie zliczają liczbę wyników w poszczególnych klasach.

Najbardziej rozbudowane spośród znanych urządzeń tej grupy, bez cyfrowej maszyny matematycznej, posiadają specjalizowane cyfrowe bloki obliczające wartość średnią i odchylenie standardowe; w znanym urządzeniu wprowadzono oryginalnie rozwiązany specjalizowany analogowy układ „obliczający” wartość średnią i odchylenie standardowe, w innym znanym urządzeniu zastosowano na wyjściu liczników częstości z wyjściem elektrycznym: komutator, przetwornik cyfrowo-analogowy o odpowiednio nieliniowej charakterystyce i rejestrator $x-y$, co pozwala na automatyczne wykreślenie dystrybucyj na specjalnej nieliniowej siatce mającej tę właściwość, że wykres dystrybucyj dla rozkładu normalnego (Gausa) stanowi w niej linię prostą. Otrzymany w ten sposób wykres umożliwia łatwe przeprowadzenie oceny rozbieżności między otrzymanym a spodziewanym rozkładem oraz pozwala wyznaczyć w spo-

2

sób graficzny stosunkowo dokładnie następujące podstawowe parametry statystyczne:

$\bar{x}$ — wartość średnią wokół której „zmieniają się” poszczególne wyniki pomiarów,

5 δ — odchylenie standardowe, stanowiące miarę rozrzutu wyników wokół wartości średniej.

Prostsze systemy jedynie wskazują lub drukują, za pomocą cyfrowej drukarki, stan poszczególnych liczników, co umożliwia obsłudze wykreślenie histogramu częstości lub dystrybucyj. Przy dokładniejszym określaniu rozkładu obsługa na podstawie stanu liczników w poszczególnych klasach, nanosi ręcznie punkty wykresu dystrybucyj na specjalną nieliniową siatkę o właściwościach omówionych wyżej.

15 Wady znanych urządzeń pomiarowych posiadających bloki do obliczania parametrów statystycznych $\bar{x}$ i δ polegają na ich rozbudowanym rozwiązaniu; natomiast prostsze urządzenia pomiarowe posiadające bloki do sortowania i zliczania liczby pomiarów w poszczególnych klasach mają zastosowania ograniczone tylko do tych przypadków, kiedy albo niepotrzebne są uogólnione parametry statystyczne $\bar{x}$ i δ , albo obsługa ma czas na przeprowadzanie obliczeń $\bar{x}$ i δ lub na nanoszenie punktów na specjalną siatkę i graficzne wyznaczanie wartości $\bar{x}$ i δ .

30 Celem wynalazku jest opracowanie prostego urządzenia pomiarowego, bez komputera i bez złożonych bloków obliczających, które w sposób automatyczny doko-

nuje serii, oddzielnych pomiarów zadanej wielkości fizycznej i pozwala, w prosty sposób wyznaczyć z tej serii pomiarów, przybliżoną wartość średnią i odchylenie standardowe.

Cel ten osiągnięto według wynalazku przez utworzenie układu złożonego z cyfrowego przyrządu pomiarowego, np. woltomierza cyfrowego, którego wyjście jest połączone z klasyfikatorem cyfrowym segregującym wyniki pomiarów według ich wartości na szereg klas; do poszczególnych wyjść klasyfikatora dołączone są poszczególne liczniki częstości, z których każdy, przyporządkowany danej klasie, zlicza ilość wyników pomiarowych przydzielanych przez klasyfikator do danej klasy i wszystkich klas niższych; stan dopełnienia licznika do określonej liczby impulsów jest sygnalizowany impulsem na wyjściu licznika; wyjścia poszczególnych liczników połączone są z rejestratorem dystrybuanty, który rejestruje na szerokiej taśmie np. pomiarowej po jednym punkcie charakterystycznym dla każdej klasy w momencie pojawienia się impulsu na wyjściu odpowiedniego licznika; rejestrator dystrybuanty jest połączony ponadto równolegle z wejściami poszczególnych liczników, do których, po zakończeniu serii pomiarów, przekazuje impulsy dopełniające.

Urządzenie według wynalazku jest szczegółowo omówione na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia podstawowy schemat blokowy urządzenia, fig. 2 wykres dystrybuanty w nieliniowej siatce współrzędnych dla rozkładu normalnego.

Schemat blokowy urządzenia pomiarowego według wynalazku składa się z następujących podstawowych bloków: cyfrowego przyrządu pomiarowego B, np. woltomierza cyfrowego, częstotściomierza cyfrowego; klasyfikatora cyfrowego C sortującego cyfrowe wyniki pomiarowe na klasy pod względem wartości; liczników częstości D występowania cyfrowych wyników pomiarowych w poszczególnych klasach oraz rejestratora dystrybuanty E rejestrującego punkty dystrybuanty w odpowiednio nieliniowej skali. Impulsy sterujące są w najprostszym przypadku dostarczane z kontaktów sterujących sprzężonych z taśmą produkcyjną. Urządzenie według wynalazku w zastosowaniu do pomiaru różnych

wielkości fizycznych jak temperatury, ciśnienia, naprężenia jest rozbudowane o dodatkowe bloki zaznaczone na fig. 1 linią przerywaną, i zawiera: przetwornik wielkości mierzonej A umożliwiający pomiary innych wielkości fizycznych; czytnik taśmy perforowanej F umożliwiający wprowadzenie kontrolnego zestawu liczb imitujących cyfrowe wyniki pomiarowe; układ sterujący G.

Działanie urządzenia jest następujące. Elektryczna wielkość mierzona 2, np. napięcie stałe, częstotliwość jest bezpośrednio mierzona przez cyfrowy przyrząd pomiarowy B. Sygnał 3 uruchamia serię składającą się z „i” oddzielnych, wykonywanych automatycznie cyfrowych pomiarów zadanej wielkości fizycznej, przy czym na ogół ustala się „i” ≥ 100 pomiarów. W czasie trwania cyklu pomiarów czytnik taśmy F jest nieczynny, a rejestrator dystrybuanty E ma odłączony napęd. Impuls „start pomiaru” 4 uruchamia każdy pojedynczy proces pomiaru. Po zakończeniu każdego pojedynczego pomiaru uzyskany cyfrowy wynik pomiaru 5 zostaje przekazany na wejście klasyfikatora cyfrowego C. Klasyfikator cyfrowy C na rozkaz klasyfikacji 6 porównuje otrzymany cyfrowy wynik pomiaru 5 z szeregiem nastawionych wartości granicznych $G_1, G_2, G_3 \dots G_{N-1}$. W czasie tego porównania następuje przydzielenie bieżącego cyfrowego wyniku pomiarowego 5 do odpowiedniej pod względem wartości, klasy k, gdzie $k = 1, 2, 3 \dots M \dots N$, przy czym maksymalna liczba klas wynosi $10 \leq N < 20$. Przydzieleniu wyniku pomiarowego 5 do klasy M, której przyporządkowane są wyniki pomiarów $G_{M-1} < X_i \leq G_M$, towarzyszy przesłanie pojedynczego impulsu 9 do liczników częstości D klas: M, M+1, M+2 ... N. W ten sposób każdy z liczników zlicza sumę impulsów skierowanych do niego i do liczników o niższych numerach klas. Ostatni licznik o najwyższym numerze klasy, to jest klasy N, zliczy „i” impulsów. W ten sposób następuje przygotowanie do zarejestrowania punktów dystrybuanty.

Przykładowy cykl pomiarów zawiera serię $i = 200$ kolejnych pomiarów. Klasyfikator C sortuje wyniki pomiarowe na $N = 10$ klas. W bloku liczników częstości D znajduje się 10 liczników z których każdy jest przewidziany do zliczania $i = 200$ impulsów. Ostatni, dwusetny wynik cyfrowego pomiaru o wartości 28354 bez uwzględnienia jednostki fizycznej został przydzielony

Nr klasy	Liczba wyników przydzielona do poszczególnych klas	Stan liczników częstości		Względny stan liczników po 200 pomiarze
		po 199 pomiarze	po 200 pomiarze	
k	n_i	$u = \sum_{i=1}^{199} n_i$	$z = \sum_{i=1}^{200} n_i$	$y = \frac{z}{i+1} = \frac{z}{201} [\%]$
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	1	1	1	0,5
4	1	2	2	1,0
5	2	4	4	2,0
6	32	36	36	18,0
7	78	113	114	57,0
8	56	169	170	85,0
9	24	193	194*	97,0
10	6	199	200	99,5
Razem 200				

do klasy $k = 7$, której przyporządkowane są np. wartości $28350 < X_i \leq 28365$ albo przy najmniejszej szerokości klasy np. wartości $28353 < X_i \leq 28354$. Pojedynczy impuls na wyjściu klasyfikatora 9, towarzyszący przydzieleniu wyniku pomiarowego do klasy $k = 7$, powoduje dodanie liczby 1 do stanu licznika klasy 7 oraz liczników klas wyższych, tj. licznika klasy $k = 8$, $k = 9$ i $k = 10$. Stan liczników przed i po dodaniu ostatniego impulsu z klasyfikatora, w danej serii pomiarów, przedstawia tablica.

Fig. 2 przedstawia siatkę dla rozkładu normalnego (Gaussa) z naniesionymi z przytoczonej tablicy punktami $y = g(k)$.

Po wykonaniu serii określonej liczby oddzielnych pomiarów licznik o najwyższym numerze klasy, to jest klasy N , osiąga stan pełnej zawartości, co jest sygnalizowane sygnałem 10. Sygnał 10 kasuje dany licznik, tzn. sprowadza jego stan do wartości 0, wyłącza, poprzez układ sterujący, impulsy „start pomiaru” 4, co oznacza koniec serii pomiarów. Jednocześnie z zakończeniem serii pomiarów sygnał 10 wywołuje rejestrację punktu przyporządkowanego klasie N przy maksymalnej wartości skali: np. gdy $i = 200$, punkt ten ma współrzędne: klasa nr 10, wartość 99,5%. Ponadto sygnał 10 włącza napęd taśmy papierowej w rejestratorze dystrybucyjnym E. Z przesuwem taśmy papierowej jest sprzężony układ wysyłający równolegle do wszystkich liczników częstości D, z wyjątkiem licznika częstości klasy N , impulsy dopełniające 11. Impulsy te służą do dopełniania stanu poszczególnych liczników do maksymalnej wartości; w przytoczonym przykładzie — do wartości $i = 200$. Każdy pojedynczy impuls dopełniający 11 zostaje wysłany przy przesunięciu taśmy papierowej o odcinek skali przyporządkowany pojedynczemu pomiarowi; w przytoczonym przykładzie dla $i = 200$, odcinek ten odpowiada wartości 0,5%. Impulsy dopełniające 11 przy jednostajnym ruchu taśmy papierowej, są generowane ze zmienną nieliniowo częstotliwością powtarzania i tak bezpośrednio po uruchomieniu napędu rejestratora częstotliwość powtarzania impulsów dopełniających jest mała, następnie wzrasta, osiąga maksimum dla wartości odpowiadającej 50% pełnej skali, a wreszcie maleje do wartości początkowej.

Impulsy dopełniające 11 o odpowiednie nieliniowej częstotliwości powtarzania sprzężonej z przesuwem taśmy papierowej są wytwarzane w bardzo prosty sposób w układzie odczytującym fotoelektrycznym, magnetycznym lub innym. Mianowicie w tym celu są naniesione specjalne punkty nieliniowo rozmieszczone na marginesie tej samej taśmy, na której odbywa się rejestracja, lub na pomocniczej taśmie, np. filmowej, albo na tarczy, której napęd jest sprzężony mechanicznie z napędem taśmy papierowej.

Pod wpływem impulsów dopełniających 11 następuje dopełnienie stanu liczników częstości D do wartości maksymalnej, początkowo klasy $N-1$, następnie $N-2$ itd. aż do klasy 1, z tym, że w niektórych przypadkach zestawienia wyników pomiarowych może nastąpić jednocześnie dopełnienie np. dwóch sąsiednich liczników. Dopełnienie stanu licznika określonej klasy do wartości maksymalnej wywołuje impuls 12, który kasuje ten licznik oraz wywołuje — w rejestratorze dystrybucyjnym E — rejestrację punktu w tej samej klasie co aktualnie dopełniony licznik.

Po zakończeniu cyklu pomiarów stan poszczególnych liczników D przedstawia tablica. Po 6 impulsach dopełniających jednocześnie wszystkie liczniki stan licznika klasy 9 osiągnie wartość maksymalną; przez ten licznik zostanie wysłany impuls 12 do rejestratora dystrybucyjnego E, powodując zarejestrowanie punktu na taśmie w kolumnie przyporządkowanej klasie 9 i w wierszu odpowiadającym wartości 97% pełnej zawartości licznika. Następnie po 30 impulsach dopełniających następuje zarejestrowanie punktu w klasie 8 o wartości 85% itd. Po przesłaniu co najwyżej 200 impulsów dopełniających zostaną zarejestrowane wszystkie punkty, po jednym w każdej klasie.

Po zakończeniu rejestracji zostaje wysłany impuls 13, który poprzez układ sterujący umożliwia rozpoczęcie następnego cyklu pomiarowego i ewentualnie wzywa obsługę, sygnałem akustycznym i optycznym, do naprowadzenia specjalnej wskazówki H w postaci odcinka linii prostej na zarejestrowane punkty dystrybucyjnego.

W rejestratorze dystrybucyjnym E wskazówka H w kształcie odcinka linii prostej może być przesuwana w kierunku poziomym, oraz obracana względem środkowej linii wykresu o wartości 50% pełnej zawartości licznika. Po naprowadzeniu wskazówki na punkty dystrybucyjnego obsługa może już bezpośrednio odczytać, ze sprzężonych z tą wskazówką skal, przybliżone wartości $\bar{x}$ i δ wyrażone w szerokości klasy. Wskazówka ta może być — w prostszych przypadkach zastosowań — sprzężona z układami wprowadzającymi korekcję do kontrolowanego procesu technologicznego. Sygnały korekcyjne można otrzymać np. z potencjometrów, przełączników wielopozycyjnych lub linii kodowej dla $\bar{x}$, a z tarczy kodowej dla δ . Ten ostatni sposób nadaje się również do przedstawiania otrzymanych po interpolacji wartości $\bar{x}$ i δ w postaci cyfrowej.

W urządzeniu według wynalazku zastosowanym do pomiaru różnych wielkości fizycznych, jak temperatura, ciśnienie, naprężenie, wielkość nieelektryczna 1 zostaje zamieniona w przetworniku A na wielkość 2 która jest już bezpośrednio mierzona.

Przewiduje się dwa podstawowe warianty pracy urządzenia w zakładach przemysłowych. W wariantie I urządzenie na rozkaz zewnętrzny wykonuje serię pomiarów i uruchamia rejestrację, po zakończeniu której wzywa obsługę do naprowadzenia wskazówki na zarejestrowane punkty dystrybucyjnego. W wariantie II urządzenie samoczynnie co pewien określony czas uruchamia nową serię pomiarów i rejestruje punkty dystrybucyjnego.

W czasie rejestrowania nowej grupy punktów związana jest taśma z poprzednio zarejestrowanymi punktami. W ten sposób wariant II urządzenia można stosować do automatycznego przeprowadzania badań, bez udziału obsługi. Po zakończeniu takich badań i po przyjeździe obsługi można taśmę z zarejestrowanymi punktami szeregu serii pomiarów cofnąć i następnie przeglądać odcinkami w tym samym rejestratorze, wykorzystując sposób naprowadzania wskazówki na punkty dystrybucyjnego według wariantu I.

Urządzenie pomiarowe według wynalazku może być wykonywane w różnych odmianach. Oprócz zastosowania różnych rodzajów przetworników wejściowych i różnych cyfrowych przyrządów pomiarowych do pomiaru

napięcia, oporności, pojemności, częstotliwości itd. urządzenie umożliwia wprowadzenie szeregu modyfikacji. I tak urządzenie umożliwia badanie elementów jednocześnie pod względem dwóch lub więcej parametrów, np. badanie diod pod względem prądu przewodzenia i prądu zwrotnego. Może to być zrealizowane za pomocą dodatkowego zespołu liczników i zmodyfikowanego układu sterującego.

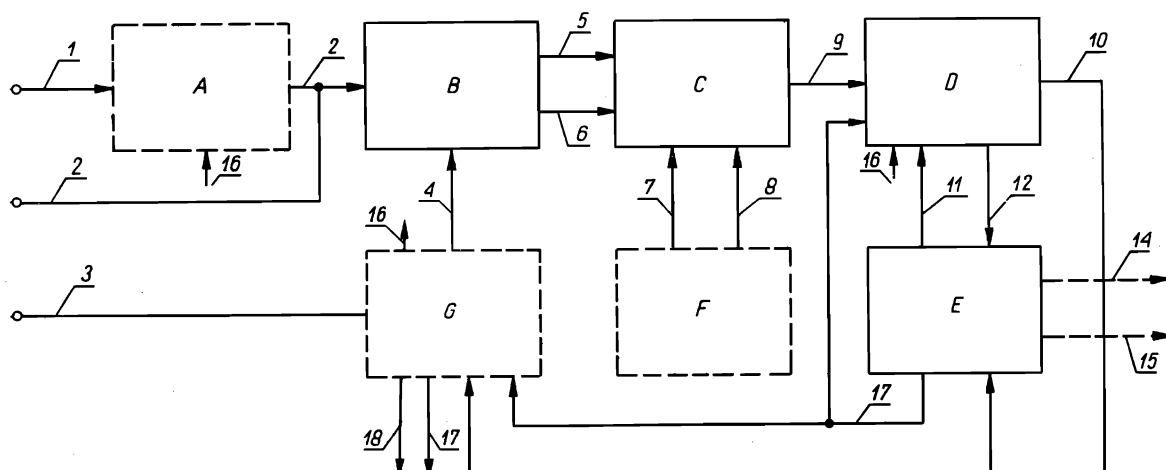
Urządzenie pomiarowe według wynalazku umożliwia sygnalizowanie w bardzo prosty sposób przekroczeń $\bar{x}$ i δ poza nastawione wartości graniczne. Mianowicie w rejestratorze dystrybucyjnym, wskazówka przesuwana w kierunku poziomym dla odczytu wartości średnich $\bar{x}$ i obracana dla odczytu odchylenia standardowego δ , sprzężona jest np. mechanicznie z odpowiednio nastawionymi, przesuwanymi przy nastawianiu wartości granicznych stykami elektrycznymi sygnalizującymi stan przekroczenia. Sygnalizacja w warunkach przemysłowych może przebiegać w następujący sposób. Po serii automatycznie wykonanych pomiarów urządzenie wzywa obsługę do naprowadzenia wskazówki na zarejestrowane punkty dystrybucyjnej. Niezgłoszenie się obsługi w przeciągu określonego czasu spowoduje za pośrednictwem układu sterującego powstanie specjalnego sygnału 17 np. u dyspozytora. Jeżeli obsługa zgłasza się w określonym czasie i wartości $\bar{x}$ i δ nie wykraczają poza nastawione granice, to dyspozytor nie jest alarmowany. Natomiast w przypadkach gdy wartość średnia $\bar{x}$ lub (i) odchylenie standardowe δ przekracza nastawione wartości graniczne, następuje po naprowadzeniu wskazówki i naciśnięciu specjalnego przycisku przez obsługę, uruchomienie sygnalizacji 15 u dyspozytora oraz jednoczesne zarejestrowanie umownego punktu na taśmie — np. obok punktów dystrybucyjnej — świadczącego o wystąpieniu przekroczenia i umożliwiającego późniejsze sprawdzenie prawidłowego naprowadzenia wskazówki przez operatora.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie pomiarowe do wyznaczania wartości średniej i odchylenia standardowego składa się z cyfrowego przyrządu pomiarowego korzystnie woltomierza cyfrowego, którego wyjście jest połączone z wejściem klasyfikatora cyfrowego którego wyjścia połączone są z wejściami poszczególnych liczników częstotliwości, **znamiennie tym**, że każdy z liczników częstotliwości (D) posiada wyjście połączone z rejestratorem dystrybucyjnym (E), który posiada wyjście impulsów dopełniających (11) połączone równolegle z wejściami liczników (D) przyporządkowanych poszczególnym klasom, z wyjątkiem licznika przyporządkowanego klasie o najwyższym numerze uwzględnianej przy rejestracji punktów dystrybucyjnej, przy czym wyjścia liczników częstotliwości (12) do przekazywania impulsów towarzyszących dopełnieniu każdego licznika (D) do określonego stanu, połączone są w układzie rejestratora dystrybucyjnego, z układami stawiającymi punkty na taśmie na które naprowadzana jest prostoliniowa wskazówka (H) sprzężona ze skalami ($\bar{x}$) i (δ).

2. Urządzenie pomiarowe według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że rejestrator dystrybucyjny (E) posiada układ wysyłający impulsy dopełniające, lub cofające, które są rozmieszczone odpowiednio nieliniowo w czasie, zgodnie z nieliniową skalą wykresu dystrybucyjnej dla rozkładu normalnego.

3. Urządzenie pomiarowe według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że posiada przesuwaną w kierunku poziomym i obracaną prostoliniową wskazówką (H) przeznaczoną do naprowadzania na zarejestrowane punkty dystrybucyjnej, przy czym wskazówka ta jest związana z dwiema skalami, z których jedna służy do odczytu wartości średniej ($\bar{x}$), a druga do odczytu odchylenia standardowego (δ); dodatkowo z tymi skalami sprzężone są styki dla sygnalizacji przekroczenia wartości średniej ($\bar{x}$) lub (i) odchylenia standardowego (δ) poza nastawione wartości graniczne.



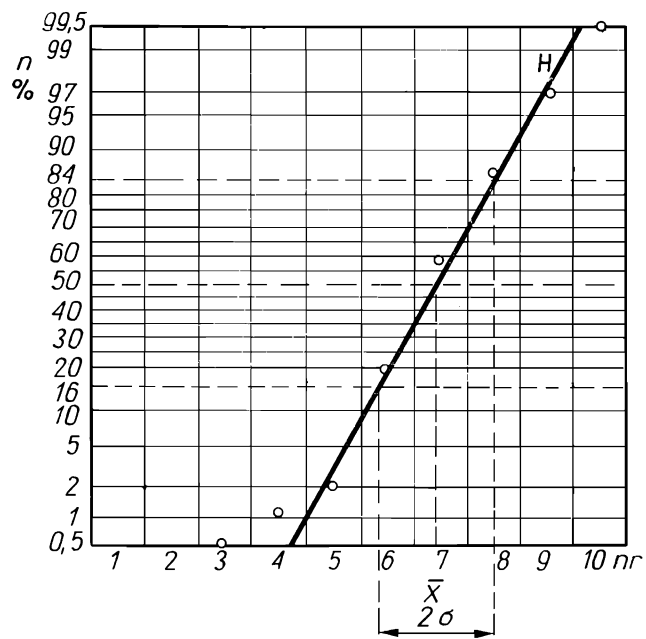


Fig. 2