



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr _____

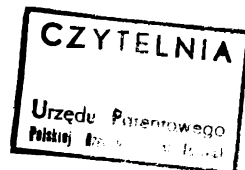
Int. Cl.³ G01R 19/10
G01R 35/02

Zgłoszono: 83 04 21 (P. 241607)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 84 02 27

Opis patentowy opublikowano: 1986 11 29



Twórca wynalazku: Marek Wołoszyk

Uprawniony z patentu tymczasowego: Politechnika Gdańska,
Gdańsk (Polska)

Sposób cyfrowego pomiaru różnicy względnej wartości dwóch sygnałów sinusoidalnych

Przedmiotem wynalazku jest sposób cyfrowego pomiaru różnicy względnej wartości dwóch sygnałów sinusoidalnych. Sposób ten stosuje się w metrologii elektrycznej do sprawdzania wzmacniaczy pomiarowych, jak też do pomiaru uchybu przekładni przekładników prądowych i napięciowych.

Dotychczasowe sposoby precyzyjnych pomiarów napięcia przemiennego opierają się na układach kompensatorowych lub komparatorowych. Przy ich zastosowaniu można wyznaczyć bardzo dokładnie wartości dwóch sygnałów sinusoidalnych, które to wyznaczone wartości U_1 oraz U_2 mogą służyć do wyznaczania z wielką precyzją różnicy względnej zgodnie ze znanymi zależnościami.

Typowe metody pomiaru uchybu przekładni przekładników są również realizowane przy pomocy układów z kompensatorem prądu przemiennego. Z różnic nastaw kompensatora od położenia znamionowego, w warunkach pełnego skompensowania, odczytuje się wartości, z których według znanych zależności wyznacza się uchyb przekładni badanego przekładnika.

Inny sposób analogowego pomiaru uchybu przekładni przekładników znany ze zgłoszenia P-237644 polega na wytworzeniu sygnałów pomocniczych proporcjonalnych do chwilowych wartości napięcia U_1 , U_2 oraz napięcia różnicowego ($U_1 - U_2$). Następnie prostując sygnały pomocnicze w różny sposób i sumując z odpowiednimi współczynnikami sygnały wyprostowane otrzymuje się sygnał mianownikowy oraz przez sumowanie z innymi współczynnikami sygnał licznikowy. Obydwa sygnały doprowadzone są do członu ilorazowego, na wyjściu którego wytworzony jest sygnał proporcjonalny z dobrą dokładnością do różnicy względnej sygnałów U_1 i U_2 .

Metody pomiaru oparte na układach kompensatorowych są bardzo precyzyjne, lecz ich podstawową wadą jest konieczność stosowania bardzo odpowiedzialnych a zużywających się w czasie pracy elementów mechanicznych oraz duża pracochłonność i długi czas pomiaru. Analogowy pomiar bezpośredni nie pozwala zaś uzyskać dokładności pozwalających na sprawdzenie wyższych klas przekładników, poza tym jako układ analogowy jest dość wrażliwy na zakłócenia.

Sposób cyfrowego pomiaru różnicy względnej wartości dwóch sygnałów sinusoidalnych, według wynalazku, wykorzystujący wytwarzanie sygnałów napięciowych odpowiadających wybra-

nej wartości charakterystycznej sygnałów wejściowych i przetwarzanie tych sygnałów napięciowych na sygnały cyfrowe, z których według wybranego algorytmu wytwarzany jest sygnał wyjściowy, będący proporcjonalną miarą wielkości mierzonej, polega na tym, że z napięcia wejściowego drugiego wytwarza się w członie wielkości charakterystycznej, napięcie odpowiadające wybranej wartości charakterystycznej tego napięcia. To napięcie charakterystyczne obcina się, w układzie obcinającym, na poziomie napięcia stałego o wartości nieco mniejszej od najmniejszych spodziewanych wartości obcinanych napięć charakterystycznych. W przetworniku analogowo-cyfrowym przetwarza się to napięcie obcięte na sygnał cyfrowy, odniesiony drugi N_{20} , który wprowadza się do wybranej komórki pamięci układu algebraicznego. W dalszym ciągu napięcie wejściowe pierwsze przetwarza się w analogiczny sposób na sygnał cyfrowy odniesiony pierwszy N_{10} , który wprowadza się do innej wybranej komórki układu algebraicznego. Następnie, w członie wielkości charakterystycznej, wytwarza się napięcie charakterystyczne odpowiadające wybranej wartości charakterystycznej napięcia wejściowego pierwszego, które dzieli się następnie przez współczynnik podziału K_d , a otrzymane napięcie podzielone przetwarza się w przetworniku analogowo-cyfrowym na sygnał cyfrowy pierwszy N_1 , który również wprowadza się do odpowiedniej komórki pamięci, układu algebraicznego. W innej komórce tej pamięci znajduje się wpisana na stałe wartość współczynnika podziału K_d . Na zakończenie w układzie algebraicznym wytwarza się sygnał cyfrowy wyjściowy N' , będący miarą wielkości mierzonej, określony wzorem

$$N' = \frac{N_{20} - N_{10}}{K_d \cdot N_1},$$

który po przetworzeniu go w układzie wyjściowym, uwidoczniiony jest jako wynik pomiaru.

Inny sposób pomiaru różnicy względnej wartości dwóch sygnałów sinusoidalnych według wynalazku, zwiększający dokładność pomiaru, polega na tym, że wytwarza się w członie sumującym, sumę napięcia wejściowego drugiego oraz stałego napięcia pomocniczego, następnie w członie wielkości charakterystycznej, wytwarza się napięcie charakterystyczne odpowiadające wybranej wartości charakterystycznej otrzymanego uprzednio napięcia sumacyjnego, po czym w układzie obcinającym obcina się napięcie charakterystyczne na poziomie napięcia stałego o wartości nieco mniejszej od najmniejszych spodziewanych wartości obcinanych napięć charakterystycznych i przetwarza się w przetworniku analogowo-cyfrowym to napięcie obcięte na sygnał cyfrowy sumaryczny odniesiony drugi N_{A20} , który wprowadza się do wybranej komórki pamięci układu algebraicznego.

Następnie, w członie sumującym tworzy się sumę napięcia wejściowego pierwszego i stałego napięcia pomocniczego, którą przetwarza się w analogiczny sposób na sygnał cyfrowy sumaryczny odniesiony pierwszy N_{A10} , który wprowadza się do innej wybranej komórki pamięci układu algebraicznego. Z kolei wytwarza się, w członie sumującym, sumę napięcia wejściowego pierwszego oraz stałego napięcia pomocniczego, po czym w członie wielkości charakterystycznej, wytwarza się napięcie charakterystyczne odpowiadające wybranej wartości charakterystycznej otrzymanego uprzednio napięcia sumacyjnego, które dzieli się następnie przez współczynnik podziału K_d , a otrzymane napięcie podzielone przetwarza się w przetworniku analogowo-cyfrowym na sygnał cyfrowy sumaryczny N_{1S} , który również wprowadza się do odpowiedniej komórki pamięci układu algebraicznego. Dalej przekazuje się poprzez człon, sumacyjny, stałe napięcie pomocnicze o wartości tak dobranej, aby sygnał cyfrowy, wytworzony z tego napięcia, był tego samego znaku, co inne uzyskane już sygnały cyfrowe, takie jak sumaryczny N_{1S} , sumaryczny odniesiony pierwszy N_{A10} , drugi N_{A20} , niezależnie od znaku błędu addytywnego wprowadzonego przez tor pomiarowy. Tak otrzymane napięcie, w identyczny sposób jak dla sumy napięcia wejściowego pierwszego i napięcia pomocniczego, przekształca się na napięcie podzielone, które przetwarza się w przetworniku analogowo-cyfrowym na sygnał addytywny N_A , który także wprowadza się do odpowiedniej komórki pamięci układu algebraicznego, gdzie w innej komórce pamięci znajduje się wpisana na stałe wartość współczynnika podziału K_d , wybranego do pomiaru napięcia charakterystycznego. Na koniec w układzie algebraicznym wytwarza się sygnał cyfrowy wyjściowy N , będący miarą wielkości mierzonej, określony wzorem

$$N = \frac{N_{A20} - N_{A10}}{K_d(N_{1S} - N_A)},$$

który po przetworzeniu go w układzie wyjściowym, uwidoczniiony jest jako wynik pomiaru.

Sposób według wynalazku zapewnia szybki cyfrowy pomiar tej wielkości z dość dobrą dokładnością. Zapewnia również częściową kompensację błędów wprowadzanych przez tor pomiarowy, a przy tym układ realizujący ten sposób jest prosty w budowie. Prosty algorytm obliczeń umożliwia wykorzystywanie bardzo nieskomplikowanego układu algebraicznego o pamięci zawierającej niewiele rejestrów.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony w przykładzie wykonania pokazanym na rysunku, który przedstawia schemat blokowy układu do realizacji sposobów według wynalazku.

Układ do pomiaru, sposobem według wynalazku, zawiera przełącznik sterowany pierwszy **PS1**, na dwa wejścia którego są podawane dwa napięcia wejściowe pierwsze U_1 i drugie U_2 , zaś trzecie wejście dołączone jest do masy układu, natomiast wyjście jest połączone z wejściem członu sumującego **CS**, na drugie wejście którego jest podawane napięcie pomocnicze U_A , a wyjście połączone jest z wejściem członu wielkości charakterystycznej **CWC**. Człon ten może się składać: dla pomiaru wartości średniej — z klucza sterowanego **KS**, zamykanego dla dodatnich półokresów aktualnie mierzonego napięcia oraz z integratora **I**, dla pomiaru wartości skutecznej — z układów kwadratujuącego, całkującego i pierwiastkującego, a dla pomiaru wartości szczytowej może to być po prostu wzmacniacz, przy czym przetwornik analogowo-cyfrowy **PAC** musi być wówczas przetwornikiem wartości szczytowej. Wyjście członu wielkości charakterystycznej **CWC** jest połączone z jednym wejściem przełącznika sterowanego drugiego **PS2**, do którego to wejścia jest przyłączony również dzielnik napięcia, składający się z dwóch rezystorów pierwszego **R1** i drugiego **R2**, których punkt wspólny dołączony jest do następnego wejścia **PS2**.

Następne wejście tego przełącznika jest połączone z masą, a na dalsze wejście jest podawane napięcie stałe U_0 . Dwa wyjścia przełącznika sterowanego drugiego **PS2** są połączone z dwoma wejściami układu obcinającego **UO**, którego wyjście jest połączone poprzez przetwornik analogowo-cyfrowy **PAC** z wejściem układu algebraicznego **UA**, a wyjście którego jest połączone z wejściem układu wyjściowego **UWY**. Przełącznik sterowany pierwszy **PS1** i drugi **PS2**, człon wielkości charakterystycznej **CWC** i układ algebraiczny **UA** są sterowane z układu sterującego **US**, który jest zasilany napięciem wejściowym pierwszym U_1 i drugim U_2 .

Pomiaru dokonuje się w kilku etapach, w których mierzy się poszczególne wielkości, konieczne do otrzymania wyniku końcowego.

W pierwszym etapie pomiaru napięcie wejściowe pierwsze U_1 , poprzez przełącznik sterowany pierwszy **PS1**, przekazywane jest na jedno z wejść członu sumującego **CS**, na drugie wejście którego doprowadza się stałe napięcie pomocnicze U_A o takiej wartości aby zapewnić na wejściu przetwornika analogowo-cyfrowego **PAC** taki sam znak napięcia we wszystkich etapach pomiaru, niezależnie od wartości i znaku błędu addytywnego wprowadzonego przez tor pomiarowy. Napięcie sumacyjne otrzymane na wyjściu tego członu jest następnie podane na wejście członu wielkości charakterystycznej **CWC**, w którym jest ono przekształcane na żadaną wielkość charakterystyczną, na przykład na napięcie odpowiadające wartości średniej, skutecznej lub szczytowej napięcia sumacyjnego. W przypadku pomiaru wielkości średnich całkuje się w integratorze sygnał sumacyjny za czas odpowiadający dodatniemu półokresowi przepuszczonemu przez klucz sterowany **KS** napięcia wejściowego mierzonego w tym etapie. Napięcie to określane jest wzorem:

$$(1) \quad U_{11} = \frac{2}{\omega T} U_{1m} + \frac{\Pi}{\omega T} U_A$$

gdzie: U_{1m} — oznacza wartość szczytową napięcia U_1 , ω — pulsację napięcia U_1 (również U_2), τ — stałą całkowania integratora **I**.

Jest ono podawane, poprzez przełącznik sterowany drugi **PS2**, na jedno z wejść układu obcinającego **UO**, na którego drugie wejście podawane jest poprzez drugi styk tego samego przełącznika sterowanego drugiego **PS2** napięcie stałe U_0 . Na wyjściu układu obcinającego **UO** pojawia się napięcie obcięte, odpowiadające dodatniej części różnicy napięć $U_{11} - U_0$, które w przetworniku analogowo-cyfrowym **PAC** zamieniane jest na sygnał cyfrowy sumaryczny odniesiony pierwszy N_{A10} , określony wzorem:

$$(2) N_{A10} = k \left(\frac{2}{\omega\tau} \cdot U_{1m} + \frac{\Pi}{\omega\tau} U_A - U_o + U_{a1} \right) (1 + \delta_m)$$

gdzie: k — oznacza współczynnik przetwarzania analogowo-cyfrowego, U_{a1} — napięcie stałe reprezentujące błąd addytywny wnoszony przez tor pomiarowy bez dzielnika napięcia, δ_m — błąd multiplikatywny toru pomiarowego.

Tak otrzymany sygnał cyfrowy sumaryczny odniesiony pierwszy N_{A10} jest wprowadzony do odpowiedniej komórki pamięci układu algebraicznego UA.

W drugim etapie pomiaru napięcie wejściowe drugie U_2 , poprzez przełącznik sterowany pierwszy **PS1**, podawane jest na jedno z wejść członu sumującego **CS**, na drugie wejście, którego doprowadza się stałe napięcie pomocnicze U_A . Tor pomiarowy pozostaje bez zmian, a pomiar odbywa się identycznie jak w etapie pierwszym. Otrzymany sygnał cyfrowy sumaryczny odniesiony drugi N_{A20} , określony jest wzorem:

$$(3) N_{A20} = k \left(\frac{2}{\omega\tau} U_{2m} + \frac{\Pi}{\omega\tau} U_A - U_o + U_{a1} \right) (1 + \delta_m)$$

gdzie U_{2m} oznacza wartość maksymalną napięcia U_2 . Jest on wprowadzony do innej wybranej komórki pamięci układu algebraicznego UA.

W trzecim etapie pomiaru napięcie wejściowe pierwsze U_1 , poprzez przełącznik sterowany pierwszy **PS1**, podawane jest na jedno z wejść członu sumującego **CS**, na drugie wejście którego doprowadza się stałe napięcie pomocnicze U_A . Napięcie sumacyjne przekazane jest do członu wielkości charakterystycznej **CWC**, w którym jest ono przekształcone na żadaną wielkość charakterystyczną U_{11} . Jest ono podawane na dzielnik napięcia, składający się z rezystorów pierwszego **R1** i drugiego **R2**, o współczynniku podziału

$$K_d = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Napięcie U_{11} zmniejszone na dzielniku K_d razy podane jest poprzez przełącznik sterowany drugi **PS2** na jedno z wejść układu obcinającego **UO**, na którego drugie wejście, poprzez drugi styk tego samego przełącznika podane jest napięcie równe OV . Napięcie U_{11}/K_d przetworzone jest w przetworniku analogowo-cyfrowym **PAC** na sygnał cyfrowy sumaryczny N_{1s} , określony wzorem:

$$(4) N_{1s} = k \left[\left(\frac{2}{\omega\tau} U_{1m} + \frac{\Pi}{\omega\tau} U_A \right) \cdot \frac{1 + \delta_d}{K_d} + U_{a2} \right] (1 + \delta_m)$$

gdzie: δ_d — oznacza błąd dzielnika napięcia, U_{a2} — napięcie stałe reprezentujące błąd addytywny wnoszony przez tor pomiarowy z włączonym dzielnikiem napięcia.

Jest on również wprowadzany do wybranej komórki pamięci układu algebraicznego UA, do którego jest również wprowadzony współczynnik podziału K_d .

W czwartym etapie pomiaru jedno wejście członu sumującego **CS** łączy się poprzez przełącznik sterowany pierwszy **PS1** z masą układu, zaś na drugie wejście podane jest stałe napięcie pomocnicze U_A . Wartość napięcia pomocniczego U_A musi być tak dobrane, aby sygnał cyfrowy addytywny N_A był tego samego znaku co sygnały cyfrowe otrzymane w poprzednich etapach pomiaru, niezależnie od wartości i znaku błędu addytywnego wprowadzonego przez tor pomiarowy. Tor pomiarowy pozostaje bez zmian, a pomiar odbywa się identycznie jak w etapie trzecim. Na wyjściu przetwornika analogowo-cyfrowego **PAC** otrzymuje się sygnał cyfrowy addytywny N_A , określony wzorem

$$(5) N_A = k \left(\frac{\Pi}{\omega\tau} U_A \cdot \frac{1 + \delta_d}{K_d} + U_{a2} \right) (1 + \delta_m)$$

Sygnał ten jest również wprowadzony do wybranej komórki pamięci układu algebraicznego UA.

Piąty etap pomiaru realizuje się w układzie algebraicznym UA, w którego pamięci oprócz sygnałów cyfrowych wytworzonych w poprzednich etapach znajduje się również wpisana na stałe wartość przekładni K_d dzielnika napięcia. W układzie tym wytwarza się sygnał cyfrowy wyjściowy N, określony wzorem

$$(6) \quad N = \frac{N_{A20} - N_{A10}}{K_d(N_{1S} - N_A)}$$

Po podstawieniu odpowiednich wartości otrzymuje się

$$\begin{aligned} N &= \frac{k \frac{2}{\omega\tau} (U_{2m} - U_{1m}) (1 + \delta_m)}{K_d k \frac{2}{\omega\tau} U_{1m} \cdot \frac{1 + \delta_d}{K_d} (1 + \delta_m)} = \frac{U_{2m} - U_{1m}}{U_{1m}} \cdot \frac{1}{1 + \delta_d} \approx \\ &\approx \frac{U_{2m} - U_{1m}}{U_{1m}} = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \end{aligned}$$

gdzie wyrażenie

$$\frac{U_2 - U_1}{U_1}$$

jest mierzoną wartością różnicy względnej napięć sinusoidalnych wejściowych pierwszego U_1 i drugiego U_2 . Sygnał cyfrowy wyjściowy N przekazany zostaje do układu wyjściowego UWY, po przetworzeniu, w którym uwidocznił się na wskaźniku jako wynik pomiaru.

Właściwym doborem, kolejnością i sposobem wytwarzania sygnałów cyfrowych kieruje układ sterujący US. W piątym etapie steruje również wykonywaniem obliczeń pośrednich, a po otrzymaniu sygnału cyfrowego wyjściowego N decyduje o przekazaniu go do układu wyjściowego UWY.

Jeżeli nie jest wymagana zbyt wielka dokładność pomiaru omawiany sposób można uprościć przez pominięcie wpływu błędu addytywnego. Można wówczas zrezygnować z zasilania toru pomiarowego stałym napięciem pomocniczym, z obecności członu sumującego CS w układzie i z wykonywania czwartego etapu pomiaru. Odpowiednie wzory przybiorą wówczas postać:

$$U_{11}' = \frac{2}{\omega\tau} U_{1m}$$

$$N_{10} = k \left(\frac{2}{\omega\tau} U_{1m} - U_o + U_{a1} \right) (1 + \delta_m)$$

$$N_{20} = k \left(\frac{2}{\omega\tau} U_{2m} - U_o + U_{a1} \right) (1 + \delta_m)$$

$$N_{11}' = k \left(\frac{2}{\omega\tau} U_{1m} \frac{1 + \delta_d}{K_d} + U_{a2} \right) (1 + \delta_m)$$

$$\begin{aligned}
 N' &= \frac{N_{20} - N_{10}}{K_d \cdot N_1} = \frac{k \cdot \frac{2}{\omega \tau} \cdot \frac{U_{2m} - U_{1m}}{1 + \delta_m}}{K_d \cdot k \cdot \frac{2}{\omega \tau} \cdot U_{1m} \cdot \frac{1 + \delta_d}{K_d} + U_{a2} / (1 + \delta_m)} \\
 &= \frac{U_{2m} - U_{1m}}{U_{1m} / (1 + \delta_d) + \frac{K_d \cdot \omega \tau}{2} U_{a2}}
 \end{aligned}$$

w którym

$$1 + \delta_d \approx 1; U_{1m} (1 + \delta_d) \gg \frac{K_d \omega \tau}{2} U_{a2}$$

w związku z tym wzór przybierze postać

$$N' = \frac{U_{2m} - U_{1m}}{U_{1m}} = \frac{U_2 - U_1}{U_1}$$

gdzie wyrażenie

$$\frac{U_2 - U_1}{U_1}$$

jest mierzona wartością różnicy względnej napięć sinusoidalnych wejściowych pierwszego U_1 i drugiego U_2 .

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób cyfrowego pomiaru różnicy względnej wartości dwóch sygnałów sinusoidalnych, wykorzystujący wytwarzanie sygnałów napięciowych odpowiadających wybranej wartości charakterystycznej sygnałów wejściowych i przetwarzanie tych sygnałów napięciowych na sygnały cyfrowe, z których według wybranego algorytmu wytwarzany jest sygnał wyjściowy, będący proporcjonalną miarą wielkości mierzonej, **znamienny tym**, że z napięcia wejściowego drugiego (U_2) wytwarza się, w członie wielkości charakterystycznej (**CWC**), napięcie odpowiadające wybranej wartości charakterystycznej tego napięcia, po czym to napięcie charakterystyczne obcina się w układzie obcinającym (**UO**), na poziomie napięcia stałego (U_0) o wartości nieco mniejszej od najmniejszych spodziewanych wartości obcinanych napięć charakterystycznych i dalej przetwarza się w przetworniku analogowo-cyfrowym (**PAC**) to napięcie obcięte na sygnał cyfrowy odniesiony drugi N_{20} , który wprowadza się do wybranej komórki pamięci układu algebraicznego (**UA**), następnie napięcie wejściowe pierwsze (U_1) przetwarza się w analogiczny sposób na sygnał cyfrowy odniesiony pierwszy N_{10} , który wprowadza się do innej wybranej komórki pamięci układu algebraicznego (**UA**), z kolei w członie wielkości charakterystycznej (**CWC**), wytwarza się napięcie charakterystyczne odpowiadające wybranej wartości charakterystycznej napięcia wejściowego pierwszego (U_1), które dzieli się następnie przez współczynnik podziału K_d , a otrzymane napięcie podzielone przetwarza się w przetworniku analogowo-cyfrowym (**PAC**) na sygnał cyfrowy pierwszy N_1 , który również wprowadza się do odpowiedniej komórki pamięci układu algebraicznego

(UA), w którego innej komórce pamięci znajduje się wpisana na stałe wartość współczynnika podziału (K_d), w tym układzie algebraicznym (UA) wytwarza się sygnał cyfrowy wyjściowy N' , będący miarą wielkości mierzonej, określony wzorem

$$N' = \frac{N_{20} - N_{10}}{K_d \cdot N_1},$$

który po przetworzeniu go w układzie wyjściowym (UWY), uwidoczniiony jest jako wynik pomiaru.

2. Sposób cyfrowego pomiaru różnicy względnej wartości dwóch sygnałów sinusoidalnych, wykorzystujący wytwarzanie sygnałów napięciowych odpowiadających wybranej wartości charakterystycznej sygnałów wejściowych i przetwarzanie tych sygnałów napięciowych na sygnały cyfrowe, z których według wybranego algorytmu wytwarzany jest sygnał wyjściowy, będący proporcjonalną miarą wielkości mierzonej, **znamienny tym**, że w celu zwiększenia dokładności pomiaru wytwarza się w członie sumującym (CS), sumę napięcia wejściowego drugiego (U_2) oraz stałego napięcia pomocniczego (U_A), następnie w członie wielkości charakterystycznej (CWC), wytwarza się napięcie charakterystyczne odpowiadające wybranej wartości charakterystycznej otrzymanego uprzednio napięcia sumującego, po czym w układzie obcinającym (UO) obcina się napięcie charakterystyczne na poziomie napięcia stałego (U_0) o wartości nieco mniejszej od najmniejszych spodziewanych wartości obcinanych napięć charakterystycznych i przetwarza się w przetworniku analogowo-cyfrowym (PAC) to napięcie obcięte na sygnał cyfrowy sumaryczny odniesiony drugi N_{A20} , który wprowadza się do wybranej komórki pamięci układu algebraicznego (UA), następnie w członie sumującym (CS) tworzy się sumę napięcia wejściowego pierwszego (U_1) i stałego napięcia pomocniczego (U_A), którą przetwarza się w analogiczny sposób na sygnał cyfrowy sumaryczny odniesiony pierwszy N_{10} , który wprowadza się do innej wybranej komórki pamięci układu algebraicznego (UA), z kolei wytwarza się, w członie sumującym (CS), sumę napięcia wejściowego pierwszego (U_1) oraz stałego napięcia pomocniczego (U_A), po czym w członie wielkości charakterystycznej (CWC), wytwarza się napięcie charakterystyczne odpowiadające wybranej wartości charakterystycznej otrzymanego uprzednio napięcia sumacyjnego, które dzieli się następnie przez współczynnik podziału K_d , a otrzymane napięcie podzielone przetwarza się w przetworniku analogowo-cyfrowym (PAC) na sygnał cyfrowy sumaryczny N_{1S} , który również wprowadza się do odpowiedniej komórki pamięci układu algebraicznego (UA), dalej przekazuje się poprzez człon sumacyjny (CS) stałe napięcie pomocnicze (U_A) o wartości tak dobranej, aby sygnał cyfrowy wytworzony z tego napięcia był tego samego znaku, co inne uzyskane już sygnały cyfrowe takie jak sumaryczny N_{1S} , sumaryczny odniesiony pierwszy N_{A10} , sumaryczny odniesiony drugi N_{A20} , niezależnie od znaku błędu addytywnego wprowadzonego przez tor pomiarowy, tak otrzymane napięcie, w identyczny sposób jak dla sumy napięcia wejściowego pierwszego (U_1) i napięcia pomocniczego (U_A), przekształca się na napięcie podzielone, które przetwarza się w przetworniku analogowo-cyfrowym (PAC) na sygnał cyfrowy addytywny N_A , który także wprowadza się do odpowiedniej komórki pamięci układu algebraicznego (UA), gdzie w innej komórce pamięci znajduje się wpisana na stałe wartość współczynnika podziału K_d wybranego do pomiaru napięcia charakterystycznego, na koniec w układzie algebraicznym (UA) wytwarza się sygnał cyfrowy wyjściowy N , będący miarą wielkości mierzonej, określony wzorem

$$N = \frac{N_{A20} - N_{A10}}{K_d(N_{1S} - N_A)},$$

który po przetworzeniu go w układzie wyjściowym (UWY), uwidoczniiony jest jako wynik pomiaru.

