



Patent dodatko-
wy do patentu: _____

Zgłoszono: 06. IX. 1961 (P 97 277)

Pierwszeństwo: 07. XI. 1960 Niemiecka
Republika
Demokratyczna

Opublikowano: 21. IV. 1965

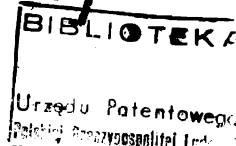
Kl.

~~42m, 36~~

MKP

G 06 g

UKD



Twórca wynalazku: Klaus Götte

Właściciel patentu: Institut für Regelungstechnik, Berlin (Niemiecka
Republika Demokratyczna)

Elektromechaniczne analogowe urządzenie liczące

1

Wynalazek dotyczy elektromechanicznych, analogowych urządzeń liczących, znajdujących zastosowanie przeważnie w automatycznej regulacji.

Wykonanie obliczenia równania funkcji

$$y(x, u, v) = \text{const.}$$

$$\sqrt{x} \cdot \sqrt{\frac{u}{v}}$$

na drodze elektromechanicznej, następuje za pomocą wag prądowych (waga Ampera) przy zastosowaniu wzmacniaczy, przy czym zmienne niezależne x , u i v przedstawione są za pomocą prądów, oporów lub wielkości mechanicznych. Znane wykonanie tego rodzaju urządzeń są bardzo kosztowne w przypadku, gdy chodzi o dokładne rozwiązanie powyższej zależności. Rozwiązania mające na celu przybliżone przedstawienie równania tej funkcji, przynoszą pewną oszczędność pod względem środków technicznych, jednak na skutek pewnych uproszczeń zmuszają do określonego wykonania nadajników wartości, przedstawiających wielkości x , u i v .

Przy pomiarach wielkości przepływu (ilości przepływającego czynnika) w gazach, w których miarę przepływu w normalnych metrach sześciennych stanowi pierwiastek z różnicy ciśnień skorygowanych według ciśnienia bezwzględnego i temperatury bezwzględnej, według znanego rozwiązania mamy do czynienia z postacią równania funkcji

2

$$Q_n = \text{const.} \quad \sqrt{h} \cdot \sqrt{\frac{P}{T}}$$

W przekształtniku mierzonej wielkości przepływu (przetworniku wielkości przepływu) przy wychyleniu jednego ramienia wagi na skutek jednostronnego obciążenia przez różnicę ciśnień h , w gałęzi indukcyjnej indukuje się napięcie, które przy pomocy wzmacniacza przemienia się w prąd stały i_1 . Prąd stały i_1 wywołuje w ruchomej cewce ramienia wagi pole magnetyczne, proporcjonalne do tego prądu. Elektromagnes położony naprzeciw ruchomej cewki zasilany jest prądem i_2 , proporcjonalnym do temperatury bezwzględnej T tak, że ruchoma cewka jest przyciągana przez elektromagnes, aż do wychylenia ramienia wagi, dla której obowiązuje równowaga momentów obrotowych:

$$h \sim i_1 \cdot i_2$$

Ponieważ $i_2 \sim T$ to: $i_1 \sim \frac{h}{T}$

Prąd wyjściowy i_1 przekształtnika mierzonej wielkości przepływu podawany jest na układ ruchomych cewek ramion wagi w dołączonym przyrządzie korekcyjnym, przy czym prąd ten jest mnożony elektromechanicznie przez prąd $i_2 \sim P$, istniejący w elektromagnecie w ten sposób, że nadajnik indukcyjny, poprzez wzmacniacz podaje prąd J proporcjonalny do wychylenia tego ramienia wagi na układ cewki ruchomej

(cewka ruchoma i elektromagnes połączone szeregowo) drugiej strony belki wagowej. W wypadku równowagi mamy:

$$J^2 \sim i_1 \cdot i_3$$

Ponieważ $i_3 \sim P$ a $i_1 \sim \frac{h}{T}$ więc:

$$J^2 \sim \frac{h}{T} \cdot P$$

lub $J \sim \sqrt{\frac{P}{h}} \cdot \sqrt{\frac{P}{T}}$ miara dla skorygowanego pomiaru wielkości przepływu

W ten sposób na przykładzie pomiaru wielkości przepływu w gazach, skorygowanego pod względem ciśnienia i temperatury, przedstawione jest ściśle na drodze elektromechanicznej równanie funkcji

$$y = \text{const.} \quad \sqrt{x} \cdot \sqrt{\frac{u}{v}}$$

Zachodzą przy tym równoważności $y \equiv J$, $x \equiv h$, $u \equiv P$, $v \equiv T$. Wielkość h podana jest jako wartość mechaniczna, a wielkości P i T podane są w postaci prądów elektrycznych. Do przeprowadzenia tej operacji rachunkowej w sposób ścisły, konieczny jest znaczny nakład środków w postaci dwóch wag prądowych i dwóch wzmacniaczy.

W innym znanym sposobie rozwiązania dodana jest dalsza operacja rachunkowa polegająca na mnożeniu zmiennej V przez parametr przedstawiający gęstość. Jeżeli odrzucić tę operację, to zasada tego rozwiązania przedstawia się jak następuje:

W przypadku, gdy prąd wejściowy i_e jest proporcjonalny do różnicy ciśnień, jest on podawany na układ cewek obrotowych **I** wyposażony w magnes stały, natomiast gdy prąd i_e jest proporcjonalny do przepływu roboczego (a więc proporcjonalny do $\sqrt{h}$), to układ cewek wykonany jest jako elektrodynamiczny. Z osią układu cewek obrotowych **I** sprzężona jest sztywno oś drugiego układu cewek obrotowych (**II**), wyłączenie elektrodynamicznego, i języczek odgałęzienia fotoelektrycznego. Połączenie układów cewek ruchomych **I** i **II** oraz odgałęzienia fotoelektrycznego ze stopniem wzmacniającym daje w efekcie zasadę kompensacji analogiczną jak zasada ramion wagi, a wychylenie układu cewek obrotowych **I** powoduje podobne wychylenie układu **II**. Gałąź fotoelektryczna zmienia napięcie siatki w stopniu wzmacniającym, przy czym prąd anodowy i_1 pochodzący z tego stopnia, wywołuje w układzie cewek obrotowych **II** moment obrotowy przeciwny do układu cewek ruchomych **I**.

W przypadku równowagi jest:

$i_e \sim i_1^2$ przy czym $i_e \sim h$, gdy układ **I** wyposażony jest w magnes stały

względnie $i_e^2 \sim i_1^2$ przy

czyli $i_e \sim \sqrt[n]{\quad}$ gdy układ **I** wykonany jest jako elektrodynamiczny

W ten sposób otrzymuje się miarę przepływu roboczego w postaci prądu anodowego i_1 :

$$i_1 \sim \sqrt{h}$$

Prąd anodowy i_1 wywołuje w części oporu anodowego R_p napięcie $i_1 \cdot R_p$, które dostaje się na wejście drugiego wzmacniacza. Prąd wyjściowy i_a tego wzmacniacza zasila dołączony odbiornik (przyrząd wskazujący skorygowaną ilość przepływającego czynnika) oraz cząstkowe uzwojenie elektromagnesu wzbudzającego, układu cewek obrotowych **II**, działając jako sprzężenie zwrotne i wywołuje na termometrze oporowym R_T napięcie $i_a \cdot R_T$, przeciwdziałające napięciu wejściowemu $i_1 \cdot R_p$ wzmacniacza.

Na skutek sprzężenia zwrotnego prądu i_a przez uzwojenie cząstkowe elektrodynamicznego układu **II**, w przypadku równowagi momentów obrotowych pomiędzy układami cewek obrotowych **I** i **II**, ulega zmianie wymieniona zależność równowagi $i_1 \sim \sqrt{h}$. Teraz musi być:

$i_e \sim i_1 \cdot (i_1 + C \cdot i_a)$ układ **I** z magnesem stałym ($i_e \sim h$)

$i_e^2 \sim i_1 \cdot (i_1 + C \cdot i_a)$ układ **I** jako elektrodynamiczny $i_e \sim \sqrt{h}$

tak więc w obu przypadkach

$$h \sim i_1 \cdot (i_1 + C i_a), \text{ przy czym}$$

stała C uwzględnia udział amperozwoju uzwojenia prądowego dla i_a w elektromagnecie wzbudzającym pole układu cewek obrotowych **II**.

Gdy dla i_1 przewiduje się n_1 zwoji

a dla i_a „ „ n_a „ to

$$h \sim n_1 i_1 (n_1 i_1 + n_a i_a)$$

$$h \sim n_1^2 \cdot i_1 \cdot \left(i_1 + \frac{n_a}{n_1} i_a\right), \text{ więc}$$

$$h \sim i_1 \cdot (i_1 + C i_a), \text{ tak że}$$

stała C wynika ze stosunku liczby zwoji.

Dla drugiego wzmacniacza jest:

$$U_e = i_1 \cdot R_p - i_a \cdot R_T$$

$$i_a = A \cdot U_e,$$

gdzie U_e oznacza napięcie na wejściu drugiego wzmacniacza pochodzące, poprzez sprzężenie zwrotne, z napięcia wyjściowego, a litera A oznacza wzmocnienie prądowo-napięciowe. Z powyższego wynika dalej:

$$i_a = A \cdot (i_1 R_p - i_a R_T)$$

$$i_1 = i_a \cdot \left(\frac{1}{A} + R_T\right) \cdot \frac{1}{R_p}$$

Podstawiając tę zależność do

$$h = B \cdot i_1 \cdot [i_1 + C \cdot i_a]$$

gdzie B oznacza współczynnik proporcjonalności zależny od wymiarów, otrzymuje się:

$$h = B \cdot i_a^2 \cdot \left[\left(\frac{\left(\frac{1}{A} + R_T \right)}{R_p} \right)^2 + C \cdot \frac{\left(\frac{1}{A} + R_T \right)}{R_p} \right]$$

Z technicznego punktu widzenia, rozwiązanie to przy zastosowaniu wagi prądowej wygląda następująco (rozważana jest ponownie ogólna postać

równania $y = \text{const.} \cdot \sqrt{x} \cdot \sqrt{\frac{u}{v}}$ na podstawie tech-

nicznych możliwości wykonania aparatury):

W uwidocznionym na rysunku przykładzie wykonania x oznacza siłę mechaniczną oddziaływującą na jedno ramię wagi WB. Może ona również działać w postaci prądu na ruchomą cewkę układu cewek ruchomych T, M z magnesem stałym wytwarzającym pole. Podawanie wielkości u i v następuje w postaci oporów o określonej wielkości.

Wielkość x wywołuje moment obrotowy z jednej strony ramienia wagi WB. Ramię to wychyla się, co powoduje wysłanie napięcia z nadajnika indukcyjnego IG na wejście pierwszego wzmacniacza Vst₁, którego prąd wyjściowy i_1 przepływa przez opór R_1 zależny od wielkości u oraz przez cewkę ruchomą T drugiej strony ramienia wagi. Konieczny tutaj moment obrotowy przeciwnie działający, w postaci siły przyciągającej pomiędzy cewkę ruchomą T i elektromagnesem wzbudzającym pole M służącym do nastawiania równowagi ramion wagi, wywołany jest w cewce ruchomej T przez prąd i_1 , a w elektromagnecie przez prąd i_0 (pochodzenie tego prądu i_0 będzie jeszcze wyjaśnione).

Prąd i_1 wywołuje na oporze R_1 spadek napięcia $i_1 \cdot R_1$ stanowiący część napięcia wejściowego U_e drugiego wzmacniacza Vst₂. Prąd wyjściowy i_0 tego drugiego wzmacniacza płynie przez uzwojenie elektromagnesu wywołującego pole, umieszczonego przy ramieniu wagi, następnie przez opór zewnętrzny obciążenia R_A i przez opór R_2 , proporcjonalny do wielkości v . Spadek napięcia wywołany przez prąd i_0 na oporze R_2 , wynoszący $i_0 \cdot R_2$ stanowi drugą część napięcia wejściowego U_e drugiego wzmacniacza i przeciwdziała spadkowi napięcia $i_1 \cdot R_1$:

$$U_e = i_1 R_1 - i_0 R_2$$

Pomiędzy napięciem wejściowym U_e a prądem wyjściowym i_0 drugiego wzmacniacza, zachodzi stała zależność wzmocnienia

$$i_0 = A \cdot U_e \quad A \dots \text{stała wzmocnienia}$$

Równowaga ramion wagi ze względu na moment obrotowy pochodzący od x , uzyskana jest przez moment obrotowy tej samej wielkości w układzie cewek ruchomych

$$x = B \cdot i_1 \cdot i_0 \quad B \dots \text{współczynnik proporcjonalności}$$

Jest więc:

$$i_0 = A \cdot U_e = A \cdot (i_1 R_1 - i_0 R_2)$$

$$i_1 = i_0 \cdot \frac{\frac{1}{A} + R_2}{R_1}$$

Dla wartości x jest:

$$x = B \cdot i_0 \cdot \frac{\frac{1}{A} + R_2}{R_1} \cdot i_0$$

W ten sposób jest wykonana operacja rachunkowa

$$i_0 = \frac{1}{\sqrt{B}} \cdot \sqrt{x} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot u}{\frac{1}{A} + D \cdot v}}$$

$$i_0 = \frac{\sqrt{E}}{\sqrt{B}} \cdot \sqrt{x} \cdot \sqrt{\frac{u}{\frac{1}{A} + D \cdot v}}$$

gdzie $R_2 = D \cdot v$ $D, E \dots$ współczynniki proporcjonalności
 $R_1 = E \cdot u$

Ażeby to rozwiązanie zbliżyć do ścisłej wartości $y = \text{const.}$

$\sqrt{x} \cdot \sqrt{\frac{u}{v}}$, należy spełnić tylko jeden warunek:

$$\frac{1}{A} \ll D \cdot v \text{ to znaczy}$$

$$\frac{1}{A} \ll R_2$$

Oznacza to możliwie wysoką czułość wejściową drugiego wzmacniacza Vst₂, którą można ustalić odpowiednio według stopnia przybliżenia tego rozwiązania do rozwiązania ścisłego. Zgodnie z tym

$$y = \text{const.} \quad \sqrt{x} \cdot \sqrt{\frac{u}{v}} \dots \quad \text{const.} = \sqrt{\frac{E}{BD}}$$

$$u = \frac{1}{E} \cdot R_1$$

$$v = \frac{1}{D} \cdot R_2$$

Porównanie rozwiązań przybliżonych przy drugim i trzecim sposobie rozwiązania wykazuje, że możliwe jest przybliżone rozwiązanie tego rodzaju przy małym nakładzie środków technicznych, przy czym można je osiągnąć z dokładnością łatwą do wglądu i do ustalenia. Dokładność wzrasta ze wzrostem czułości wejściowej drugiego wzmacniacza.

Elektromechaniczne analogowe urządzenie liczące składa się więc z jednostronnie obciążonej siłą mechaniczną, np. siłą cewek ruchomych wagi prądowej mającej czujnik położenia wagi i układ cewek ruchomych. Czujnik jest połączony poprzez pierwszy, połączony z opornikiem wzmacniacz z wejściem drugiego wzmacniacza wzmocnienia i wartości wyjściowej, do którego jest dołączony odbiornik, opornik i uzwojenie elektromagnesu wzbudzającego pole, przy czym według wynalazku przez połączenie szeregowo oporników (R_1 i R_2) z wejściem do drugiego wzmacniacza, jak również na skutek szeregowego połączenia odbiornika (R_A), opornika (R_2) i uzwojenia elektromagnesu wzbudzającego pole (M) następuje na wyjściu drugiego wzmacniacza stwierdzenie iloczynu

$$x \cdot \frac{R_1}{\frac{1}{A} + R_2}, \text{ dzięki czemu na skutek zwiększenia}$$

wzmocnienia (A) drugiego wzmacniacza funkcja

$$y = \sqrt{\frac{R}{\frac{1}{A} + R_2}} \text{ może zostać z dowolną do-}$$

$$\text{lub: } i_a = \frac{1}{\sqrt{B}} \cdot \sqrt{h} \times \frac{1}{\sqrt{C \cdot \frac{\left(\frac{1}{A} + R_T\right)}{R_p} + \left(\frac{1}{A} + R_T\right)^2}}$$

Ażeby prąd wyjściowy i_a wyrażał miarę skorygowanego przepływu gazu, musi on być przedstawiony w postaci:

$$i_a = \text{const} \cdot \sqrt{h} \cdot \sqrt{\frac{R_p}{R_T}}$$

Dlatego też wyprowadzone w powyższy sposób równanie nie może być w tej postaci ściśle obliczone, lecz trzeba wprowadzić następujące przybliżenia

$$C > \frac{\frac{1}{A} + R_T}{R_p}$$

$$\frac{1}{A} \ll R_T$$

ażby uzyskać następujące wyrażenie

$$i_a = \frac{1}{\sqrt{B}} \cdot \sqrt{h} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{\frac{1}{A} + R_T}{R_p} \cdot \sqrt{C + \frac{1}{A} + R_T}}} \approx \frac{1}{\sqrt{B}} \cdot \sqrt{h} \cdot \frac{1}{\sqrt{C}} \cdot \sqrt{\frac{R_p}{R_T}}$$

W stosunku do koniecznych nakładów, uzyskane przy tym sposobie przybliżenie do ścisłego rozwiązania tego obliczenia, jest niewystarczające.

W trzecim ze znanych rozwiązań, układ ramion wagi pierwiastkującego przekształtnika miary różnicy ciśnień w elektromagnesie wzbudzanym pole posiada dodatkowe uzwojenie. Prąd wyjściowy i_0 wzmacniacza, zasila oprócz cewki ruchomej, elektromagnesu i przyrządu wskazującego (odbiornik), mostek, na który podawane są w postaci oporów R_p i R_T wielkości korekcyjne P i T. Napięciem poprzecznym przekątnej mostka obciążony jest wzmacniacz, którego prąd wyjściowy zasila dodatkowe uzwojenie elektromagnesu wzbudzanego.

Odpowiednie zależności mają wtedy postać następującą:

$$h = B \cdot i_0 \cdot (i_0 + C \cdot i_1)$$

$$i_1 = A \cdot U_e \quad C \dots \dots \text{udział amperozwoji prądu } i_1$$

$$U_e = i_0 \cdot \frac{R \cdot R_T \cdot R_p R}{R_p + R_T + 2R} \quad (\text{patrz drugi sposób rozwiązania})$$

$$\dots \dots \text{Napięcie na przekątnej mostka}$$

$$i_1 = A \cdot i_0 \cdot \frac{R_T - R_p}{2 + \frac{R_p + R_T}{R}}$$

$$h = B \cdot i_0 \left[i_0 + C \cdot A \cdot i_0 \cdot \frac{R_T - R_p}{2 + \frac{R_p + R_T}{R}} \right]$$

$$h = B \cdot i_0^2 \cdot \left[1 + C \cdot A \cdot \frac{R_T - R_p}{2 + \frac{R_p + R_T}{R}} \right]$$

$$i_0 = \frac{1}{\sqrt{B}} \cdot \sqrt{h} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + C \cdot A \cdot \frac{R_T - R_p}{2 + \frac{R_p + R_T}{R}}}}$$

(patrz trzeci sposób rozwiązania)

Z tego równania widocznym jest, że bez przybli-

żeń nie otrzyma się postaci $i_0 = \text{const} \cdot \sqrt{h} \cdot \sqrt{\frac{R_p}{R_T}}$

Nakład środków technicznych jest wprawdzie mniejszy, niż przy drugim sposobie rozwiązania, jednak skomplikowanie sposobu obliczenia przy trzecim rodzaju rozwiązania jest większe i wymaga dokładnego szacowania, aby uzyskać użyteczne przybliżenie do wyniku ścisłego.

Na podstawie tych znanych przykładów można wykazać że ścisłe rozwiązanie funkcji $y = \text{const}$.

$\sqrt{x} \cdot \sqrt{\frac{u}{v}}$ można uzyskać jedynie przy wielkich

nakładach na środki techniczne. Każde uproszczenie sposobu rozwiązania, stwarza trudności ze względu na dokładność koniecznych przybliżeń.

Zarówno przy drugim jak i przy trzecim sposobie rozwiązania, przybliżenia te są stosunkowo trudne do przewidzenia. Wychodząc z przybliżonego rozwiązania według drugiego sposobu rozwiązania, badano w jaki sposób do wyniku końcowego

$$i_a = \frac{1}{\sqrt{B}} \cdot \sqrt{h} \cdot \frac{1}{\sqrt{C \cdot \frac{\frac{1}{A} + R_T}{R_p} + \left(\frac{1}{A} + R_T\right)^2}}$$

dostaje się wyraz kwadratowy

$$\left(\frac{\frac{1}{A} + R_T}{R_p} \right)^2$$

komplikujący ten wynik. Spowodowane jest to tym, że w wyrażeniu

$$h \sim i_1 \cdot (i_1 + C i_a)$$

występuje suma $i_1 + C i_a$. Składnik sumy i_1 w drugim czynniku powyższego iloczynu jest właśnie powodem występowania kwadratowego członu

$$\left(\frac{\frac{1}{A} + R_T}{R_p} \right)^2 \quad \text{w rezultacie końcowym.}$$

Usunięcie składnika sumy i_1 oznaczałoby z technicznego punktu widzenia, że prąd i_1 przechodzi tylko poprzez kotwicę układu cewek obrotowych II, natomiast nie przechodzi przez uzwojenie wytwarzające pole. Przez uzwojenie wytwarzające pole płynąłby wyłącznie prąd wyjściowy i_a . Moment pochodzący od i_e i utrzymujący stan równowagi, składa się więc z iloczynu $i_1 \cdot i_a$. Stałą C można odrzucić, gdyż uzwojenie wzbudzanego pole nie jest podzielone.

kładnością zbliżona do funkcji $y = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$

W przypadku dokonywania pomiaru wielkości przepływu w gazach, skorygowanej pod względem ciśnienia i temperatury zakłada się, że: $x = h$. Wtedy prąd wejściowy i_o wyrazi się następująco:

$$i_o = \frac{1}{\sqrt{B}} \cdot \sqrt{h} \cdot \sqrt{\frac{R_1}{\frac{1}{A} + R_2}}$$

Jeżeli $R_1 \equiv E \cdot P$ (zmienna niezależna u oznacza w tym wypadku ciśnienie P) a $R_2 \equiv D \cdot T$ (zmienna niezależna c oznacza temperaturę T), to:

$$i_o = \sqrt{\frac{E}{B \cdot D}} \cdot \sqrt{h} \cdot \sqrt{\frac{P}{\frac{1}{A} + T}}$$

Dla $\frac{1}{A} \ll R_2$ mamy w przybliżeniu:

$$i_o = \sqrt{\frac{E}{B \cdot D}} \cdot \sqrt{h} \cdot \sqrt{\frac{P}{T}}$$

Istnieją następujące możliwości osiągnięcia przybliżenia do ścisłego rozwiązania:

W przypadku, gdy opór R_1 służy jako miara ciśnienia P (współczynnik proporcjonalności E), a opór R_2 jako miara temperatury T (współczynnik proporcjonalności D), to bądź to spełnia się warunek $\frac{1}{A} \ll R_2$, bądź też, włącza się $\frac{1}{A}$ w R_2 w ten

sposób, że $\left(\frac{1}{A} + R_2\right) \sim T$.

Jeżeli R_2 wykona się jako termometr oporowy, to jest:

$$R_2 = R_0 (1 + \alpha \cdot t) \quad R_0 \dots \text{opór przy } 20^\circ \text{C } (t = 0)$$

$$R_2 = R_0 \cdot [1 + \alpha (T - T_n)] \quad \dots \text{współczynnik temperaturowy}$$

$$= R_0 \cdot (1 - \alpha \cdot T_n + \alpha \cdot T) \quad T, T_n \dots \text{temperatura bezwzględna}$$

$$= R_0 \cdot (1 - \alpha \cdot T_n) + R_0 \cdot \alpha \cdot T \quad [^\circ \text{K}]$$

Dla termometru oporowego jest $\alpha \cdot T_n > 1$, to znaczy $R_0 \cdot (1 - \alpha \cdot T_n) < 0$.

Jeżeli A ukształtujemy tak, że

$$\frac{1}{A} = R_0 \cdot (\alpha \cdot T_n - 1), \text{ to}$$

$$i_o = \frac{1}{\sqrt{B}} \cdot \sqrt{h} \cdot \sqrt{\frac{R_1}{R_0 \cdot \alpha \cdot T}} = \text{const.} \cdot \sqrt{h} \cdot \sqrt{\frac{P}{T}}$$

W ten sposób uzyskuje się ścisłe rozwiązanie równania funkcji

$$y = \text{const.} \cdot \sqrt{x} \cdot \sqrt{\frac{u}{v}}$$

w tym szczególnym przypadku.

Pod względem technicznym oznacza to, że wzmocnienie napięciowo-prądowe w drugim wzmacniaczu musi uzyskać wartość

$$A = \frac{1}{R_0 \cdot (\alpha \cdot T_n - 1)}$$

Dokładność tego obliczenia określona jest przez: dokładność danej wartości $x = h$, dokładność na-

stawiania oporu R_1 , dokładność termometru oporowego R_2 , dotrzymanie wzmocnienia A , drugi wzmacniacz o oporze wejściowym $R_E \gg R_1$, R_2 i oporze wyjściowym $R_i > (R_a + R_2)$ oraz pierwszy wzmacniacz o oporze wyjściowym $> R_1$

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektromechaniczne analogowe urządzenie liczące, składające się z jednostronnie obciążonej siłą mechaniczną x , na przykład siłą układu cewek ruchomych, wagi prądowej, mającej czujnik położenia wagi prądowej i układ cewek ruchomych, przy czym czujnik jest połączony poprzez pierwszy, połączony z opornikiem wzmacniacz z wejściem drugiego wzmacniacza wzmocnienia i wartości wyjściowej, do którego jest dołączony odbiornik, opornik i uzwojenie elektromagnesu wzbudzającego pole, **znamiennie tym**, że oporniki (R_1) i (R_2) są połączone szeregowo z wejściem do drugiego wzmacniacza (Vst_2), a odbiornik (RA), opór (R_2) i uzwojenie elektromagnesu (M) wzbudzającego pole, są połączone szeregowo z wyjściem drugiego wzmacniacza, na skutek czego przy wyjściu z drugiego wzmacniacza następuje pierwiastkowanie uzyskanego iloczynu

$$x \cdot \frac{R_1}{\frac{1}{A} + R_2}, \text{ dzięki czemu przez zwiększenie}$$

wzmocnienia (A) drugiego wzmacniacza, można

$$\text{funkcję } y = \sqrt{\frac{R}{\frac{1}{A} + R_2}} \text{ przybliżyć do funk-}$$

$$\text{kcji } y = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} \text{ z dowolną dokładnością.}$$

2. Elektromechaniczne analogowe urządzenie liczące według zastrz. 1, przeznaczone do przeprowadzania skorygowanych pod względem temperatury i ciśnienia pomiarów przepływu w gazach, mające nadajnik wartości proporcjonalnych do ciśnienia i nadajnik wartości temperatury bezwzględnej, **znamiennie tym**, że nadajnik wartości temperatury (R_2) ma postać termometru oporowego, mającego charakterystykę zależną od temperatury bezwzględnej (T) $R_2 = R_0 \cdot (1 - \alpha \cdot T_n) + R_0 \cdot \alpha \cdot T$, a wzmocnienie (A) drugiego wzmacniacza (Vst_2) jest tak dobrane, że wystarcza ono do spełnienia zależności $\frac{1}{A} = R_0 \cdot (\alpha \cdot T_n - 1)$, która to zależność

pozwala na uniknięcie przybliżenia $\frac{1}{A} \ll R_2$

