

2

**POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA**



**URZĄD  
PATENTOWY  
PRL**

# OPIS PATENTOWY

**56958**

Patent dodatkowy  
do patentu \_\_\_\_\_

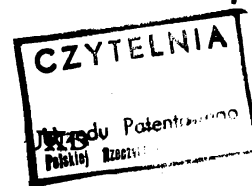
Zgłoszono: 07.XII.1966 (P 117 849)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Opublikowano: 15.III.1969

Kl. 42 m<sup>4</sup>, 7/70

MKP G 06 g 7/70



**Twórca wynalazku:** mgr inż. Zdzisław Duh-Imbor

**Właściciel patentu:** Gdańskie Zakłady Radiowe, Gdańsk (Polska)

## Automatyczny kalkulator stateczności statków

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do automatycznego obliczania podstawowych parametrów stateczności obiektów pływających w zależności od ciężaru i rozkładu ładunku oraz balastów.

Właściwości nawigacyjne statku zależą zarówno od geometrycznych wymiarów i kształtów kadłuba jak i od sumarycznego ciężaru oraz współrzędnych środka ciężkości statku. Zadania eksploatacyjne narzucają zwykle wymiary i ciężary ładunku, natomiast dowolnie, choć w ograniczonym zakresie, można wybierać współrzędne środków ciężkości, czyli rozkład przestrzenny poszczególnych partii ładunku. W praktyce przed załadowaniem zakłada się pewien rozkład i oblicza się wpływ tego rozkładu na stateczność statku. W celu wyznaczenia rozkładu ładunku optymalnego ze względów ekonomicznych i bezpieczeństwa żeglugi należy skonfrontować obliczone na podstawie założonego rozkładu parametry statecznościowe, jak moment ciężarowy wzdłużny, moment wyporu, promień metacentryczny, przegłębienie dzioba w stosunku do rufy, okres kołysań i inne, z wartościami dopuszczalnymi, lub zalecanymi tych parametrów.

Zależnie od wyniku konfrontacji zakłada się inny rozkład ładunku i powtórnie liczy się wymienione parametry, lub uznaje się założony rozkład za odpowiedni. Obliczanie parametrów dokonuje się wielokrotnie, praktycznie przed każdym rejsem, po-

2

nieważ ładunki są na ogół zróżnicowane co do wymiarów i ciężaru.

W celu ograniczenia pracochłonności żmudnych obliczeń i przyspieszenia procesu przygotowania planu załadunku stosuje się kalkulatory automatyczne, przyspieszające pracę obliczeniową dzięki automatyzacji pewnych etapów obliczeń. Są to maszyny analogowe mechaniczne, lub elektryczne. Elektryczny kalkulator składa się z sieci oporników i potencjometrów połączonych w układ mostkowy, galwanometru i źródła prądu elektrycznego. Ramiona mostka zawierają potencjometry i oporniki nastawne, odwzorowujące obciążenia, czyli ciężary, lub momenty działające na statek. Równowagę elektryczną mostka osiąga się przez obrót potencjometru z jednoczesną obserwacją galwanometru.

Z położenia rotora potencjometru opatrzonego skalą odczytuje się w stanie równowagi wartość obliczanego parametru. Do odwzorowania momentów, czyli iloczynów ciężarów i odległości te znane kalkulatory zawierają grupy potencjometrów, sprzężonych mechanicznie i przełączniki pozwalające w sposób skokowy zmieniać odwzorowanie odległości, na których działają ciężary nastawialne przez obrót rotorów potencjometrów w sposób ciągły. Ograniczona liczba wymienionych przełączników, będąca koniecznym kompromisem na rzecz prostoty obsługi stanowi jednak źródło błędów odwzorowania momentów.

Ponadto dokładność wskazań urządzeń mostkowych jest uwarunkowana precyzją w równoważeniu mostka przed odczytem, a pośpiech, nieunikniony przed załadunkiem statku, nie sprzyja dokładności manipulacji i przez to prowadzi do dalszych uchybów w wynikach obliczeń, a nawet do uszkodzeń kalkulatora.

Celem wynalazku jest maksymalne uproszczenie obsługi kalkulatora i eliminacja znacznej części błędów występujących przy obliczaniu parametrów statecznościowych za pomocą znanych kalkulatorów. Zadaniem jest konstrukcja kalkulatora, który wymaga prostego wprowadzania danych, nastawialnych w sposób bezstopniowy i umożliwia bezzwłoczny, bezpośredni odczyt żadanego parametru statecznościowego.

Powyższy cel został osiągnięty przez zastosowanie układów elektrycznego mnożenia napięć, składających się ze znanych potencjometrów nastawnych ciężarów ładunków i kaskadowo z nimi połączonych potencjometrów nastawnych odległości środków tych ciężarów od rufy, lub od dna statku, celem analogowego obliczania iloczynów tych wielkości, czyli momentów sił. Okazało się korzystne włączenie pomiędzy stopnie wymienionych kaskad dodatkowo wzmacniaczy separacyjnych celem uniezależnienia podziału napięcia przez pierwszy potencjometr każdej kaskady od wpływu drugiego potencjometru kaskady.

Wyjścia potencjometrów przeznaczonych do wprowadzania jednoimiennych danych są grupowo połączone z układami elektronicznego sumowania celem wytworzenia analogowych sygnałów sumy ciężarów statku, sumarycznego momentu wzdłużnego i sumarycznego momentu wysokościowego. Ponadto w kalkulatorze zastosowano znane układy dzielenia elektronicznego, do których doprowadzono połączenia odpowiednio: do jednego — z wyjścia sumatora momentów wzdłużnych i z wyjścia sumatora ciężarów — celem uzyskania sygnału analogowego poziomej współrzędnej środka ciężkości oraz do drugiego z nich — z sumatora momentów wysokościowych i z sumatora ciężarów — celem uzyskania sygnału analogowego pionowej współrzędnej środka ciężkości statku z ładunkiem.

Sumator ciężarów jest poza tym połączony z wejściami znanych, w zasadzie, elektronicznych przekształtników funkcyjnych do przetwarzania, z uwzględnieniem określonych właściwości hydrostatycznych statku, elektrycznego sygnału analogowego sumy ciężarów na sygnały analogowe wzniosu metacentrum, średniego zanurzenia, momentu wyporu i jednostkowego momentu przegłębiającego. Dalszy sumator, zastosowany w kalkulatorze jest połączony z wymienionym układem dzielenia, produkującym sygnał analogowy pionowej współrzędnej środka ciężkości statku i z wymienionym przekształtnikiem funkcyjnym, produkującym sygnał wzniosu metacentrum.

Z wyjścia tego sumatora otrzymuje się sygnał analogowy wysokości metacentrycznej, przy czym to wyjście jest połączone z dodatkowym przekształtnikiem funkcyjnym, produkującym sygnał analogowy okresu kołysań statku, zależny od sygnału

wysokości metacentrycznej. Ponadto kalkulator zawiera zespół elektronicznie sumujący sygnał analogowy momentu wyporu statku i sygnał analogowy (o odwróconej biegunowości) momentu ciężarowego wzdłużnego, doprowadzone z zespołów wyżej wymienionych, a wyjście tego sumatora jest połączone z dodatkowym układem dzielenia, do którego jest doprowadzony, jako dzielnik, z przekształtnika wyżej wymienionego, sygnał jednostkowego momentu przegłębiającego, celem uzyskania sygnału przegłębienia dzioba w stosunku do rufy.

Kalkulator zawiera ponadto komutator, i połączony z nim woltomierz do odczytywania parametrów statecznościowych, obliczanych w formie analogowej przy czym do komutatora są doprowadzone połączenia z wyjść sumatorów i przekształtników produkujących sygnały analogowe interesujących parametrów jak pionowa współrzędna środka ciężkości statku, wysokość metacentryczna, okres kołysań, średnia głębokość zanurzenia, moment wyporu, moment przegłębiający, przegłębienie, sumaryczny ciężar i wzdłużna współrzędna środka ciężkości statku.

Wymieniony woltomierz najkorzystniej ma postać woltomierza cyfrowego, przy czym komutator zawiera dodatkowe zestyki do załączania lampek wyświetlających odpowiednie miana fizyczne i przecinek dziesiętne. Część potencjometrów nastawnych i/lub oporników przełączalnych, reprezentująca ciężar kadłuba statku, stałego wyposażenia, zbiorników i balastów oraz momenty wzdłużny i wysokościowy tych mas jest odłączalna wspólnym wyłącznikiem od innych zespołów kalkulatora celem umożliwienia użycia kalkulatora do obliczeń dotyczących poszczególnych ładowni, lub pomieszczeń poza statkiem. Ponadto kalkulator zawiera urządzenia przełączające do przerywania zasilania potencjometrów nastawnych i załączania określonego napięcia do wejść zespołów sumujących sygnały analogowe ciężarów i momentów lub, alternatywnie, do wejścia woltomierza — celem sprawdzania stanu technicznego zespołów kalkulatora.

Dzięki opisanemu rozwiązaniu została stworzona możliwość szybkiego automatycznego wyliczania z dobrą dokładnością współrzędnych środka ciężkości i sumy ciężarów ładunku wewnątrz każdej ładowni, a nawet w części ładowni, po czym można z dużą dokładnością, wykorzystując bezstopniowe nastawianie ciężarów i odległości, odwzorować rzeczywiste warunki obciążenia statku ładunkiem. Praca kalkulatora jest praktycznie bezzwłoczna. Wyniki obliczeń są gotowe natychmiast po wprowadzeniu danych. Celem odczytania któregoś z obliczonych parametrów wystarcza proste uruchomienie jednym z przycisków odpowiednich zestyków komutatora.

Odczytane wartości parametrów nie zostają wymazane i można je odczytywać wielokrotnie, w dowolnej kolejności. Możliwa jest ciągła obserwacja zmieniającej się wartości interesującego parametru podczas ciągłej zmiany którejkolwiek z wartości zadanych, lub nawet przy jednoczesnej zmianie dwu wartości zadanych.

Ta właściwość umożliwia, między innymi, szybkie wyszukanie optymalnej, ze względów statecz-

nościowych, lokalizacji określonej jednostki, lub partii ładunku. Kalkulator umożliwia w szczególności wypróbowanie, w krótkim czasie, wielu wariantów rozkładu ładunku przy czym wszystkie dane, określające wariant wybrany są jednocześnie zapamiętane w postaci określonych nastaw i mogą być zapisane, jako podstawa do opracowania planu załadunku statku.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat ideowy kalkulatora. Blok N oznacza grupę dziewięciu potencjometrów nastawnych, opatrzonych podziałkami mianowanymi w tonach. Te potencjometry są wyjściami połączone z wejściami wzmacniaczy separacyjnych S o wysokiej oporności wejściowej, wzmocnieniu  $k=1$  i o bardzo niskiej oporności wyjściowej. Dwie dalsze grupy  $\pi x$  i  $\pi z$  po dziewięć potencjometrów z podziałkami mianowanymi w metrach są połączone swymi skrajnymi wyprowadzeniami do wyjść wzmacniaczy separacyjnych S. Montażowo potencjometry wymienionych trzech grup są pogrupowane w trójki w ten sposób, że w każdej trójce znajduje się jeden z potencjometrów grupy N i po jednym z grup  $\pi x$  oraz  $\pi z$ . Wyjścia wszystkich potencjometrów grupy  $\pi x$  są połączone z wejściami elektronicznego układu operacyjnego  $\Sigma x$  sumowania napięć. Podobnie wyjścia potencjometrów grupy  $\pi z$  są połączone z sumatorem operacyjnym  $\Sigma z$ , a wyjścia wzmacniaczy separacyjnych S są połączone z analogicznym sumatorem  $\Sigma p$ .

Dodatkowo do sumatorów  $\Sigma x$ ,  $\Sigma z$  i  $\Sigma p$  są doprowadzone połączenia z wyjść zespołu C, składającego się z nastawnych dzielników napięć i przełączników. Wymienione połączenia zespołu C z sumatorami przebiegają przez zestyki wyłącznika K2, którego dźwignia jest wyprowadzona na płytę czołową kalkulatora, a jej dwie pozycje są oznaczone: „Ładownia” i „Statek”.

Na rysunku wyłącznik K2 jest przedstawiony w położeniu „Ładownia”. Do układu C dzielników oraz do skrajnych wyprowadzeń potencjometrów grupy N jest doprowadzone napięcie stabilizowane z zasilacza F przez przełącznik B „Praca” — Kontrola” (na rysunku w pozycji „Praca”). Napięcia wyjściowe sumatorów  $\Sigma x$ ,  $\Sigma p$  i  $\Sigma z$  są sygnałami analogowymi odpowiednio: sumarycznego momentu ciężarowego wzdłużnego, sumy ciężarów i sumarycznego momentu wysokościowego.

Do obliczania parametrów statecznościowych, zależnych od kształtów i wymiarów kadłuba statku i bezpośrednio od sumarycznego ciężaru, zastosowano cztery operacyjne przekształtniki funkcyjne  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  i  $f_4$  i połączono ich wejścia z sumatorem  $\Sigma p$  produkującym sygnał analogowy sumarycznego ciężaru statku. Na wyjściach wymienionych przekształtników otrzymuje się odpowiednio sygnały analogowe wzniosu metacentrum, średniej głębokości zanurzenia, momentu wyporu statku i jednostkowego momentu przegłębiającego.

Do obliczania współrzędnych wypadkowego środka ciężkości statku, lub ładowni, zastosowano dwa układy operacyjne elektronicznego dzielenia X i Z, do których doprowadzono sygnały wypadkowych momentów — jako dzielne — z zespołów operacyj-

nych odpowiednio  $\Sigma x$  i  $\Sigma z$  oraz sygnał sumarycznego ciężaru z zespołu  $\Sigma p$  — jako dzielniki. Sygnał analogowy wzniosu metacentrum z przekształtnika  $f_1$  oraz sygnał pionowej współrzędnej środka ciężkości z zespołu operacyjnego dzielenia Z są doprowadzone do sumatora operacyjnego r, który w znany sposób wytwarza sygnał analogowy różnicy wymienionych parametrów, czyli sygnał wysokości metacentrycznej.

Przekształtnik funkcyjny r produkuje sygnał analogowy okresu bocznych kołysań statku, uzależniony od sygnału wysokości metacentrycznej, doprowadzonego z sumatora r. Sumator elektroniczny M, przełączony do wyjść sumatora  $\Sigma x$  momentów ciężarowych wzdłużnych i przekształtnika operacyjnego  $f_2$ , generującego sygnał momentu wyporu, produkuje sygnał różnicy tych wielkości, czyli momentu przegłębiającego. Wyjścia przekształtnika funkcyjnego  $f_3$ , produkującego sygnał jednostkowego momentu przegłębiającego i sumatora M produkującego moment przegłębiający są połączone z układem t elektronicznego dzielenia, który wytwarza sygnał przegłębienia dzioba w stosunku do rufy statku.

Wyjścia omówionych zespołów, produkujących sygnały analogowe interesujących parametrów statecznościowych są połączone z komutatorem K, w którym oprócz zestyków uruchamianych za pomocą przycisków, załączających wybrany sygnał do woltomierza U i W znajdują się również nastawne dzielniki napięć, dopasowujące poziom przenoszonych sygnałów do zakresu woltomierza. Dodatkowe zestyki komutatora K służą do załączania lampek L umieszczonych pod płytą czołową i przysłoniętych maskami z wyciętymi oznaczeniami zmian fizycznych obliczanych parametrów oraz przecinkami dziesiętnymi.

W wykonanym urządzeniu zastosowano do odczytywania wyników woltomierz cyfrowy oraz połączenie wejścia tego woltomierza przez wyłącznik Q ze źródłem F stabilizowanego napięcia. To połączenie i wyłącznik służą do sprawdzania woltomierza U, W i źródła napięcia F.

Kalkulator można łatwo przystosować do współpracy z drukarką, lub innym urządzeniem rejestracji, albo przetwarzania danych.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Automatyczny kalkulator stateczności statków zawierający potencjometry do wprowadzania danych **znamienny tym**, że składa się z układów mnożenia napięć elektrycznych utworzonych, celem obliczania momentów sił, przez kaskadowe połączenia potencjometrów nastawnych ciężarów (N) i potencjometrów nastawnych odległości ( $\pi x$ ,  $\pi z$ ) najkorzystniej z zastosowaniem wzmacniaczy separacyjnych (S) włączonych między stopnie kaskad, i ponadto składa się z elektronicznych układów sumowania napięć, z których jeden ( $\Sigma x$ ) jest połączony z wyjściami potencjometrów nastawnych ( $\pi x$ ) poziomych współrzędnych środków ciężkości poszczególnych partii ładunku, drugi układ sumowania ( $\Sigma p$ ) jest połączony, najkorzystniej przez wzmacniacze se-

paracyjne (**S**), z wyjściami potencjometrów nastawnych (**N**) ciężarów, a trzeci układ sumowania ( $\Sigma z$ ) jest połączony z wyjściami potencjometrów ( $\pi z$ ) nastawiania pionowych współrzędnych środków ciężkości partii ładunku, jak również składa się z przekształtników funkcyjnych  $f_1, f_2, f_3, f_4$ , połączonych z wymienionym sumatorem ( $\Sigma p$ ) sygnałów analogowych ciężarów i generujących napięcia analogowe odpowiednio wzniosu metacentrum, średniej głębokości zanurzenia, momentu wyporu statku i jednostkowego momentu przegłębiającego w zależności od określonych właściwości hydrostatycznych i od wartości doprowadzanego sygnału analogowego sumy ciężarów statku, oraz składa się z układów elektronicznych dzielenia (**X**, **Z**), z których jeden jest połączony z wymienionym sumatorem ( $\Sigma x$ ) napięć analogowych momentów ciężarowych wzdłużnych i z wymienionym sumatorem ( $\Sigma p$ ) napięć analogowych ciężarów, celem wytwarzania sygnału analogowego wzdłużnej współrzędnej środka ciężkości statku, a drugi układ dzielenia (**Z**) jest połączony z wymienionym sumatorem ( $\Sigma z$ ) sygnałów iloczynów ciężarów i ich pionowych współrzędnych oraz z sumatorem ( $\Sigma p$ ) sygnałów ciężarów, celem wytwarzania sygnału analogowego pionowej współrzędnej środka ciężkości statku, a ponadto składa się z sumatora (**r**) połączanego z ostatnio wymienionym układem (**Z**) dzielenia i z wymienionym przekształtnikiem funkcyjnym ( $f_1$ ) generującym sygnał wzniosu metacentrum statku, celem automatycznego obliczania wysokości metacentrycznej, z przekształtnika funkcyjnego (**r**) połączanego z wymienionym sumatorem (**r**), produkującym sygnał wysokości metacentrycznej, celem wytwarzania sygnału analogowego okresu kołysań bocznych statku, z sumatora elektronicznego (**M**) połączanego z wymienionym sumatorem ( $\Sigma x$ ) sygnałów wzdłużnych momentów

ciężarowych i z wymienionym przekształtnikiem funkcyjnym ( $f_3$ ) generującym sygnał analogowy momentu wyporu statku — celem wytwarzania sygnału momentu przegłębiającego, jak również składa się z układu elektronicznego dzielenia (**t**) połączanego z wymienionym sumatorem (**M**) wytwarzającym sygnał momentu przegłębiającego i z wymienionym przekształtnikiem funkcyjnym ( $f_4$ ) generującym jednostkowy moment przegłębiający — celem wytworzenia sygnału analogowego przegłębienia dzioba w stosunku do rufy statku, z komutatora (**K**) połączanego z wyjściami zespołów operacyjnych ( $\Sigma z, Z, r, f_1, f_2, f_3, M, t, \Sigma p, X$  i  $\Sigma x$ ) wytwarzających sygnały analogowe interesujących parametrów statecznościowych oraz z woltomierza (**U—W**) połączanego z komutatorem, do odczytywania obliczonych parametrów.

2. Automatyczny kalkulator według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera grupę potencjometrów lub/i przełączalnych oporników nastawnych (**C**) reprezentujących ciężary i momenty ciężarowe kadłuba, zbiorników i balastów statku oraz urządzenie odłączające (**K2**) wymienioną grupę (**C**) od zespołów operacyjnych ( $\Sigma x, \Sigma p, \Sigma z$ ) sumowania napięć.
3. Automatyczny kalkulator według zastrz. 1 i 2 **znamienny tym**, że jako woltomierz (**U—W**) do odczytywania obliczanych parametrów posiada przetwornik analogowo-cyfrowy i wskaźnik cyfrowy oraz lampki (**L**) do wyświetlania znaków pisarskich, połączone z komutatorem (**K**).
4. Automatyczny kalkulator według zastrz. 1—3 **znamienny tym**, że zawiera urządzenia przełączające (**B** i **Q**) do załączania stabilizowanego napięcia ze źródła (**F**) do zespołów sumujących ( $\Sigma x, \Sigma p, \Sigma z$ ) lub i do przetwornika analogowo-cyfrowego (**U**) celem sprawdzania poprawności działania kalkulatora.

