



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 04.VII.1967 (P 121 510)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 4.VII.1971

Kl. 42 c, 25/50

MKP G 01 c, 15/14

UKD

Współtwórcy wynalazku: Grzegorz Parfianowicz, Eugeniusz Maliński

Właściciel patentu: Instytut Lotnictwa, Warszawa (Polska)

Sztuczny horyzont

1

Przedmiotem wynalazku jest sztuczny horyzont przeznaczony do statków powietrznych.

Stosowane dotychczas na statkach powietrznych sztuczne horyzonty posiadają układy wskazujące jakościowo-ilościowe z symbolicznymi, w zasadzie dwuwymiarowymi analogami linii horyzontu i statku powietrznego, poruszającymi się według zasady orientacji wewnętrznej (z samolotu na ziemię), zewnętrznej (z ziemi na samolot) lub mieszanej (różne zasady dla zobrazowania pochylenia i przechylenia).

Zasada orientacji wewnętrznej realizowana jest w sztucznych horyzontach układem nieruchomej symbolicznej sylwetki samolotu i ruchomego kulistego tła obrazującego niebo i ziemię. Sferyczna powierzchnia z zaznaczoną linią horyzontu posiada możliwość obrotu wokół dwu osi odpowiadających pochyleniom i przechyleniom samolotu.

W rozwiązaniach z orientacją zewnętrzną przedstawione są nieruchome odnośniki horyzontu na tle ruchomej wypukłej czaszy z płaską sylwetką samolotu. Pochylenia ilustruje obrót czaszy wraz z samolotem, a przechylenia obrót samolotu względem czaszy.

W układach wskazujących z orientacją mieszaną, przechylenia zobrazowane są przechyleniem płaskiej symbolicznej sylwetki samolotu, zaś pochylenia przesunięciem linii horyzontu przeważnie naniesionej na tło kulistym.

Omówione warianty orientacji położenia samolotu

2

względem linii horyzontu odzwierciedlają tzw. wskazania jakościowe przyrządu czyli geometryczne zobrazowanie ruchu i kierunku ruchu samolotu względem linii horyzontu. W znanych rozwiązaniach wskazania jakościowe prezentowane są w zasadzie symbolicznie, dwuwymiarowo, tzn. samolot przedstawiony jest w rzucie z tyłu, dalece uproszczonym.

Wskazania ilościowe, określające liczbowo wartość mierzonych kątów odzwierciedlane są bezpośrednio na odpowiednich skalach powiązanych bezpośrednio z układem samolot-horyzont i eksponowane na jego tle. Do orientacyjnego odczytu wartości katowych przechyleń i pochyłeń wykorzystuje się przemieszczenia płaskiej sylwetki samolotu, względem wymienionych skal.

Układy wskazujące tego typu ze względu na duże uproszczenia odwzorowania układu i sytuacji rzeczywistej oraz brak wyodrębnienia wskazań ilościowych od jakościowych, nie są łatwo czytelne i wymagają specjalnego treningu pilota. Nawet przy wysokim stopniu przyswojenia przez pilota umiejętności odczytywania wskazań sztucznego horyzontu w warunkach krytycznych może on popełnić błędy w pilotażu wskutek mylnej interpretacji wskazań.

Celem wynalazku jest usunąć wymienione wady i niedogodności przez opracowanie nowego układu wskazującego sztuczny horyzontu wraz z jego mechanizmem napędzającym.

Cel ten został osiągnięty dzięki temu, że sztuczny horyzont według wynalazku posiada dwa układy wskazujące, jeden wskazań ilościowych, a drugi jakościowych. Układ wskazań jakościowych składa się z nieruchomej czaszy wklęsłej z zaznaczoną linią podziału wzdłuż poziomej płaszczyzny środkowej, przy czym części czaszy wklęsłej oddzielone tą płaszczyzną są wykonane w różnych kolorach oraz makiety samolotu umieszczonej wewnątrz czaszy wklęsłej, wykonującej względem linii podziału czaszy wklęsłej ruchy zgodne z ruchami samolotu względem linii horyzontu.

Makieta samolotu zamocowana jest końcami skrzydeł na ramionach obrotowo zamocowanych w widelcu i leżących w środkowej płaszczyźnie podziału czaszy wklęsłej, a koniec makiety samolotu znajduje się na osi obrotu ramion względem widelca, który obrotowo ułożyskowany w korpusie sztucznego horyzontu jest związany z ramką zewnętrzną giroskopu za pośrednictwem przekładni zębatej o przełożeniu ujemnym, a ponadto osie ramion związane są z osią ramki wewnętrznej giroskopu za pomocą dwóch przeciwbieżnych mechanizmów korbowych połączonych między sobą łącznikiem, który jest ułożyskowany obrotowo i suwliwie w ramce zewnętrznej giroskopu i widelcu oraz jest połączony obrotowo z jednym z układów korbowych.

Układ wskazań ilościowych wykonany jest w ten sposób, że wskazówka kątów przechylenia jest związana sztywno z widelcem oraz jest umieszczona w otworze szczelinowym w maskownicy, na której obok tego otworu szczelinowego jest naniesiona podziałka kątów przechylenia, a skala bębnowa kątów przechylenia umieszczona w otworze maskownicy jest połączona z łącznikiem za pomocą przekładni zębatej i mechanizmu drążkowego związanego z tarczą osadzoną nieruchomo na tym łączniku.

Ponadto, sztuczny horyzont posiada kreski odniesienia obrotowo zamocowane w maskownicy oraz połączone mechanizmem napędowym z pokrętkiem i skalą bębnową nastawy kątów pochylenia, przy czym oś obrotu kreszek odniesienia pokrywa się z osią obrotu ramion względem widelca, a długość kreszek jest dobrana tak, że między ich końcami i końcami skrzydeł makiety samolotu pozostaje tylko niewielka szczelina.

W odmianie konstrukcyjnej sztucznego horyzontu element wykonawczy serwomechanizmu lub odbiornika przekładni odległościowej sprzężonego z osią pochylenia układu giroskopowego jest połączony z łącznikiem za pomocą przekładni zębatej i przekładni śrubowej, a element wykonawczy serwomechanizmu lub odbiornika przekładni odległościowej sprzężonego z osią przechylenia układu giroskopowego jest połączony z widelcem poprzez jednostopniową przekładnię zębatą.

Sztuczny horyzont według wynalazku realizuje trzy podstawowe zasady optymalizacji wskazań z punktu widzenia psychologii technicznej, a mianowicie zasadę orientacji zewnętrznej („na samolot”) zarówno dla przechyleń jak i pochyień, całkowite oddzielenie wskazań jakościowych od ilościowych, maksymalnie zbliżone odwzorowanie układu rze-

czywistego horyzont-samolot przez układ jakościowy wskazań.

Wynalazek zostanie bliżej wyjaśniony na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie w widoku perspektywicznym konstrukcyjny układ wskazujący sztucznego horyzontu wraz z napędem jego elementów ruchomych, fig. 2 — schematycznie w widoku perspektywicznym odmianę konstrukcyjną sztucznego horyzontu, a fig. 3÷6 — przykładowe położenie układu wskazującego w w następujących warunkach lotu: lot poziomy, pochylenie $+30^\circ$, przechylenie $+60^\circ$ i pochylenie -30° .

Jak pokazano na fig. 1, układ wskazujący sztucznego horyzontu składa się z dwóch układów jakościowego i ilościowego. Układ wskazujący jakościowy składa się z czaszy wklęsłej 1 dwubarwnej z zaznaczoną linią podziału wzdłuż poziomej płaszczyzny środkowej, nastawnych kreszek odniesienia 2 i makiety samolotu 3 znajdującej się wewnątrz czaszy wklęsłej 1.

Układ wskazujący ilościowy składa się z maskownicy 4 z naniesioną po prawej stronie podziałką kątów pochylenia i otworu szczelinowego dla wskazówki 5 oraz otworów dla skali bębnowej 6 kątów pochylenia i skali bębnowej 7 nastawy kątów pochylenia i otworu dla wskaźnika ślizgu 8. Czasza wklęsła 1 stanowiąca tło i dająca wrażenie głębi horyzontu oraz orientację kierunków „niebo-ziemia” jest zamocowana nieruchomo w korpusie przyrządu. Krawędź czołowa czaszy 1 jest przykryta maskownicą 4, również związaną sztywno z korpusem przyrządu.

Kreski odniesienia 2 są zamocowane obrotowo w maskownicy 4 i połączone mechanizmem napędowym 9 ze skalą bębnową 7 nastawy kątów pochylenia. Makieta samolotu 3 jest zamocowana końcami skrzydeł na ramionach 10 obrotowo ułożyskowanych w widelcu 11. Widelec 11 posiadający swobodę obrotu względem osi głównej sztucznego horyzontu jest napędzany od osi ramki zewnętrznej 12 giroskopu 13 (o trzech stopniach swobody) za pomocą przekładni zębatej 14 stałej o przełożeniu ujemnym.

Napęd makiety samolotu 3 od osi ramki wewnętrznej 15 giroskopu 13 jest zapewniony z pomocą podwójnego przeciwbieżnego układu mechanizmów korbowych 16 i 17 połączonych łącznikiem 18 przechodzącym przez wydrążoną oś ramki zewnętrznej 12 i wydrążoną oś widelca 11. Połączenie łącznika 18 z mechanizmem korbowym 17 jest obrotowe. Napęd skali bębnowej 6 kątów pochylenia od ramki wewnętrznej giroskopu 13 odbywa się za pomocą mechanizmu drążkowego 19 i przekładni zębatej 20, połączonych kinematycznie z łącznikiem 18 za pomocą tarczy 21 osadzonej sztywno na łączniku 18.

Wskazówka 5 kątów przechylenia jest sztywno związana z końcem jednego z ramion widelca 11. Pokrętło 22 wystające z lewej strony maskownicy 4 umożliwia nastawienie horyzontalnych kreszek odniesienia 2 pod dowolnym kątem w granicach $\sim \pm 15^\circ$, odczytywanym na skali bębnowej 7 widocznej w dolnym lewym okienku maskownicy

4. Oś obrotu kresiek odniesienia 2 pokrywa się z osią obrotu ramion 10 względem widelca 11, a promień obrotu widocznych od przodu części kresiek odniesienia 2 jest równy promieniowi obrotu krawędzi spływu skrzydeł makiety samolotu 3, przy czym pomiędzy końcami kresiek odniesienia 2 a końcami skrzydeł makiety samolotu 3 jest zachowana niewielka szczelina.

Dla ułatwienia odczytu w warunkach lotu nocnego krawędzie spływu skrzydeł i usterzenia ogonowego makiety samolotu 3, kreski odniesienia 2, znaki skali kątów przechylenia, skali bębnowej 6 kątów pochylenia i skali bębnowej 7 nastawy kątów pochylenia pokryte są masą świecąca.

Odmiana konstrukcyjna sztucznego horyzontu, przedstawiona na fig. 2, różni się tym, że mechanizm napędowy układu wskazującego dostosowany jest do współpracy z giroskopowym miernikiem pionu dowolnego typu za pomocą dowolnego, dwukanałowego, odległościowego układu przekazywania o wyjściach mechanicznych, zapewniających ruch obrotowy, proporcjonalny odpowiednio do kąta pochylenia i kąta przechylenia samolotu.

Wyjście mechaniczne odległościowego układu przekazywania w kanale pochylenia w postaci elementu wykonawczego serwomechanizmu lub odbiornika odległościowej przekładni elektromechanicznej 23 jest połączone przekładnią zębatą 24 z elementem zewnętrznym przekładni śrubowej 25, której element wewnętrzny 26 stanowi jednocześnie tylną część łącznika 27 mechanizmu wskaźnika. Dalsze elementy mechanizmu przekazywanego kanału pochylenia układu wskazującego są identyczne z odpowiednimi elementami omówionego przyrządu uwidocznionego na fig. 1.

Element wyjściowy 28 odległościowego układu przekazywania w kanale przechylenia, analogiczny jak dla kanału pochylenia, jest sprzężony przekładnią zębatą 29 z osią widelca 11. Pozostałe elementy mechanizmu wskaźnika w kanale przechylenia są identyczne jak w przypadku opisanej powyżej konstrukcji przedstawionej na fig. 1.

Działanie sztucznego horyzontu polega na wskazywaniu ciągłym aktualnego położenia samolotu względem płaszczyzny horyzontu za pomocą układu jakościowego wskazań i sprzężonego z nim układu ilościowego, napędzanych od trójstopniowego giroskopu korygowanego w sposób bezpośredni (fig. 1) lub odległościowy (fig. 2).

Istota wskazań jakościowych polega na wiernym odzwierciedleniu położenia samolotu (pochylenia i przechylenia) za pomocą ruchomej makiety samolotu 3 względem nieruchomej dwubarwnej czaszy wkłęsłej 1, imitującej przestrzeń „niebo-ziemia”, której linia podziału barw wyznaczona przez przecięcie czaszy 1 poziomą płaszczyzną środkową odwzorowuje linię horyzontu rzeczywistego. Istota wskazań ilościowych polega na liczbowej prezentacji wartości kątów pochylenia za pomocą skali bębnowej 6 widocznej w okienku maskownicy 4 i kątów przechylenia wskazywanych za pomocą wskazówki 5 względem skali umieszczonej obwodowo na powierzchni czołowej maskownicy 4.

W przypadku lotu poziomego oś główna giroskopu 13 zajmuje położenie pionowe a oś ramki

wewnętrznej 15 i oś ramki zewnętrznej 12 leżą w płaszczyźnie poziomej. Podwójny mechanizm korbkowy 16 związany z osią ramki wewnętrznej 15 utrzymuje łącznik 18 w położeniu środkowym, który za pomocą podwójnego mechanizmu korbkowego 17 utrzymuje ramiona 10 obrotowe zawieszenia makiety samolotu 3 w położeniu neutralnym i tym samym oś podłużną makiety samolotu 3 w płaszczyźnie poziomej.

Położenie poziome osi poprzecznej makiety samolotu 3 jest zapewnione za pomocą sprzężenia mechanicznego widelca 11, w którym ułożyskowana jest makieta samolotu 3 poprzez przekładnię zębatą 14 z osią ramki zewnętrznej 12 giroskopu 13. W ten sposób (fig. 3) makieta samolotu 3 zachowuje poziome położenie w obydwu płaszczyznach pomiarowych, a krawędzie spływu skrzydeł i statecznika poziomego makiety samolotu 3 tworzą od strony obserwatora linię prostą, pokrywającą się z rzutem linii podziału barwnych pól czaszy 1. Wskazówka 5, połączona sztywno z widelcem 11 wskazuje działkę zerową na podziałce kątów przechylenia naniesionej po prawej stronie maskownicy 4. Skala bębnowa kątów pochylenia 6 sprzężona kinematycznie z łącznikiem 18 za pomocą tarczy 21, mechanizmu drążkowego 19 i przekładni zębatej 20 jest ustawiona działką zerową naprzeciwko nieruchomej kreski w okienku maskownicy 4.

W przypadku przejścia samolotu do lotu z pochyleniem dodatnim przy przechyleniu zerowym (fig. fig. 1, 4), następuje względny obrót osi ramki wewnętrznej 15, który za pomocą mechanizmu korbkowego 16, łącznika 18 i mechanizmu korbkowego 17 zostaje przekazany do osi ramion 10, na których zamocowana jest makieta samolotu 3. Makieta samolotu 3 zostaje uniesiona nosem ku górze, tak że kąt zawarty między jej osią podłużną a płaszczyzną przechodzącą przez linię podziału pól barwnych czaszy 1 będzie równy co do wielkości i znaku kątowi odchylenia od poziomu osi głównej giroskopu 13, a tym samym — kątowi pochylenia samolotu.

Krawędzie spływu skrzydeł makiety samolotu 3 pokryte masą świecąca widziane od strony obserwatora tworzą strzałkę skierowaną wierzchołkiem ku górze, o tym ostrzejszym kącie i tym bardziej wzniesioną nad linię odwzorowującą horyzont, im większy jest kąt pochylenia samolotu. Krawędź spływu statecznika poziomego, pokryta również masą świecąca, pozostaje na wysokości linii odwzorowującej horyzont.

Wskazówka 5 związana sztywno z widelcem 11 zachowuje położenie zerowe względem podziałki przechylenia naniesionej na prawej stronie maskownicy 4, a skala bębnowa pochylenia 6 połączona kinematycznie z suwakiem 18 za pomocą tarczy 21, mechanizmu drążkowego 19 i przekładni zębatej 20, obraca się do położenia, w którym działka oznaczająca wartość liczbową pochylenia katowego samolotu ustawi się naprzeciw nieruchomej kreski w okienku maskownicy 4.

Działanie sztucznego horyzontu w locie z pochyleniem ujemnym i przechyleniem zerowym (fig. fig. 1 i 6) jest analogiczne jak w przypadku lotu

z pochyleniem dodatnim, z tym że kierunek odchylenia osi głównej giroskopu, kierunki ruchu elementów mechanizmu przekazującego i kierunek wychylenia makiety samolotu 3 będą przeciwne, a wierzchołek strzałki, jaką tworzą krawędzie spływu skrzydeł makiety samolotu 3, widziane od strony obserwatora, będzie skierowany ku dołowi.

W przypadku lotu z przechyleniem dodatnim i pochyleniem zerowym (fig. 1 i 5) następuje względne odchylenie osi głównej giroskopu 13 w płaszczyźnie poprzecznej. Spowodowany tym obrót ramki zewnętrznej 12 jest przekazywany za pomocą przekładni zębatej 14 na widelec 11, w którym ułożyskowana jest na ramionach 10 makieta samolotu 3. Mechanizm przekazujący ruchy osi ramki wewnętrznej 15 giroskopu 13 składający się z mechanizmu korbowego 16, łącznika 18 i mechanizmu korbowego 17 utrzymuje oś podłużną makiety samolotu 3 w położeniu poziomym.

W ten sposób obserwator widzi przechyloną względem linii podziału pół barwnych czaszy 1 makietę samolotu 3 w rzucie z tyłu, przy czym krawędzie spływu skrzydeł i statecznika poziomego makiety, pokryte masą świecąca, układają się wzdłuż linii prostej. Związana sztywno z widelcem 11 wskazówka 5 wskazuje na skali kątów przechylenia naniesionej po prawej stronie maskownicy 4, kąt odpowiadający aktualnej wartości przechylenia samolotu. Skala bębnowa kątów pochylenia 6 sprzężona z łącznikiem 18 za pomocą mechanizmu drążkowego 19 i przekładni zębatej 20 wskazuje względem nieruchomej kreski w okienku maskownicy 4 wartość zerową pochylenia.

Dla ułatwienia odczytu jakościowego kątów pochylenia przy locie długotrwałym ze stałym kątem pochylenia przewidziane są nastawne kreski odniesienia 2, osadzone obrotowo w bocznych ściankach maskownicy 4. Widoczne od przodu powierzchnie kreszek pokryte są masą świecąca. Pokrętko 22 wystające na zewnątrz przyrządu umożliwia obracanie równoczesne obu kreszek za pomocą mechanizmu napędowego 9 o kąt $\pm 15^\circ$. Przy obrocie końce kreszek poruszają się po promieniu praktycznie równym promieniowi obrotu końców skrzydeł makiety samolotu 3.

Jednocześnie mechanizm napędowy 9 obraca skalę bębnową 7 z podziałką kątową, widoczną w małym okienku, poniżej okienka skali głównej kątów pochylenia. Umożliwia to nastawienie kreszek odniesienia układu jakościowego wskazań na ściśle określoną wartość kątową żadanego kąta pochylenia. Dzięki temu dokładne zgranie położenia końców skrzydeł makiety samolotu i końców kreszek nastawnych odpowiada sytuacji, w której samolot leci z żądanym stałym pochyleniem.

W odmianie konstrukcyjnej uwidocznionej na fig. 2 członem napędowym kanału pochylenia jest element wykonawczy 23 serwomechanizmu lub odbiornika przekładni odległościowej sprzężonego z osią pochylenia układu giroskopowego. Ruchy elementu wykonawczego 23 przekazywane są na mechanizm korbowy 17 za pośrednictwem przekładni zębatej 24 i przekładni śrubowej 25, 26 oraz łącznika 27. Członem napędowym przechyleń jest element wykonawczy 28 serwomechanizmu lub od-

biornika przekładni odległościowej sprzężonego z osią przechyleń układu giroskopowego. Ruchy elementu wykonawczego 28 na widelec 11 są przenoszone poprzez przekładnię 29. Tak więc ruchy widelca 11 i łącznika 27 są identyczne jak w przyrządzie przedstawionym na fig. 1. Ponieważ pozostałe elementy składowe są te same, tak więc ich działanie jak i wskazania układu wskazującego są identyczne.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sztuczny horyzont składający się z ruchomej sylwetki samolotu oraz wskaźników liczbowych pochylenia i przechylenia, napędzanych przez giroskop o trzech stopniach swobody, **znamienny tym**, że posiada układ wskazań jakościowych składający się z nieruchomej czaszy wklęsłej (1) z zaznaczoną linią podziału wzdłuż poziomej płaszczyzny środkowej oraz makiety samolotu (3) umieszczonej wewnątrz czaszy wklęsłej (1) i wykonującej względem jej linii podziału ruchy zgodne z ruchami samolotu względem linii horyzontu, a ponadto ma wydzielony układ wskazań ilościowych zawierający wskazówkę (5) poruszającą się w otworze szczeblinowym wykonanym w maskownicy (4), na której jest naniesiona podziałka kątów przechylenia oraz skalę bębnową (6) kątów pochylenia umieszczoną w otworze maskownicy.

2. Sztuczny horyzont według zastrz. 1, **znamienny tym**, że makieta samolotu (3) zamocowana jest końcami skrzydeł na ramionach (10) obrotowo osadzonych w widelcu (11) i leżących w środkowej płaszczyźnie podziału czaszy wklęsłej (1), a koniec makiety samolotu (3) znajduje się na osi obrotu ramion (10) względem widelca (11), który obrotowo ułożyskowany w korpusie sztucznego horyzontu związany jest z ramką zewnętrzną (12) giroskopu (13) za pośrednictwem przekładni zębatej (14) o przełożeniu ujemnym, a ponadto osie ramion (10) związane z osią ramki wewnętrznej (15) giroskopu (13) za pomocą dwóch przeciwbieżnych mechanizmów korbowych (16 i 17) połączonych między sobą łącznikiem (18), który jest ułożyskowany obrotowo i suwliwie w ramce zewnętrznej (12) giroskopu (13) i widelcu (11) oraz jest połączony obrotowo z układem korbowym (17).

3. Sztuczny horyzont według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że wskazówka (5) związana jest sztywno z widelcem (11), a skala bębnowa (6) kątów pochylenia jest połączona z łącznikiem (18) za pomocą przekładni zębatej (20) i mechanizmu drążkowego (19) związanego z tarczą (21) osadzoną nieruchomo na łączniku (18).

4. Sztuczny horyzont według zastrz. 1÷3, **znamienny tym**, że posiada kreski odniesienia (2) obrotowo zamocowane w maskownicy (4) i połączone mechanizmem napędowym (9) z pokrętkiem (22) i skalą bębnową (7) nastawy kątów pochylenia, przy czym oś obrotu kreszek odniesienia (2) pokrywa się z osią obrotu ramion (10) względem widelca (11), promień obrotu widocznych od przodu przyrządu części wskazujących kreszek odniesienia (2) jest równy promieniowi obrotu krawędzi spływu skrzydeł makiety samolotu (3) względem widelca (11), a pomiędzy końcami kreszek odniesienia (2) i koń-

ramami skrzydeł makiety samolotu (3) zachowany jest niewielki luz.

5. Odmiana sztucznego horyzontu według zastrz. 1÷4, **znamienna tym**, że element wykonawczy (23) serwomechanizmu lub odbiornika przekładni odległościowej sprzężonego z osią pochyleń układu

giroskopowego jest połączony z widelcem (11) poprzez jednostopniową przekładnię zębatą (29).

6. Sztuczny horyzont według zastrz. 1÷5, **znamienny tym**, że części czaszy wklęsłej (1) oddzielone środkową płaszczyzną podziału są wykonane w różnych kolorach.

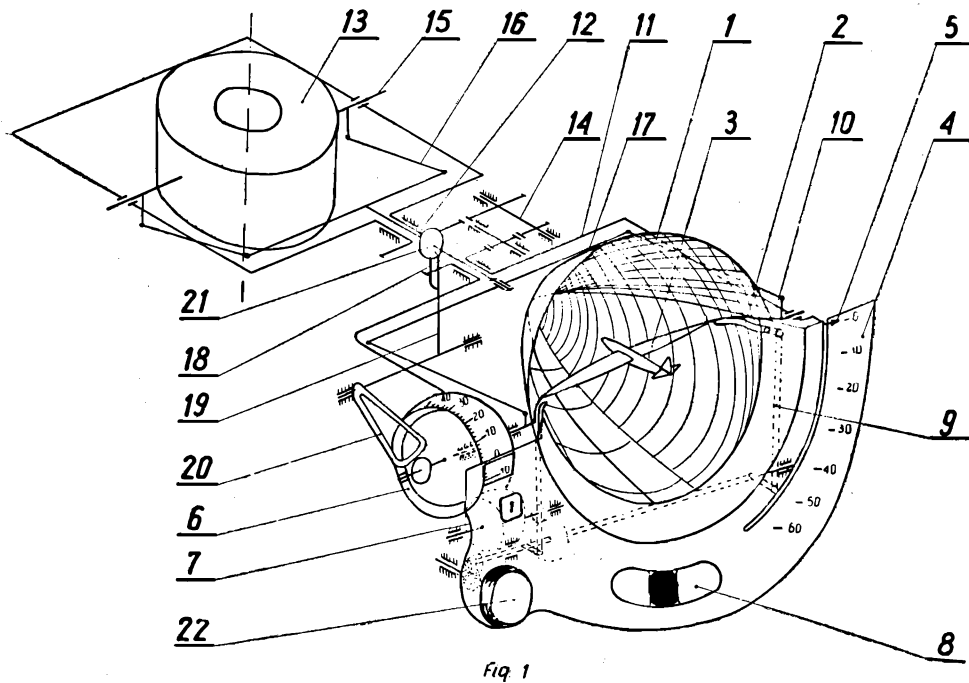


Fig. 1

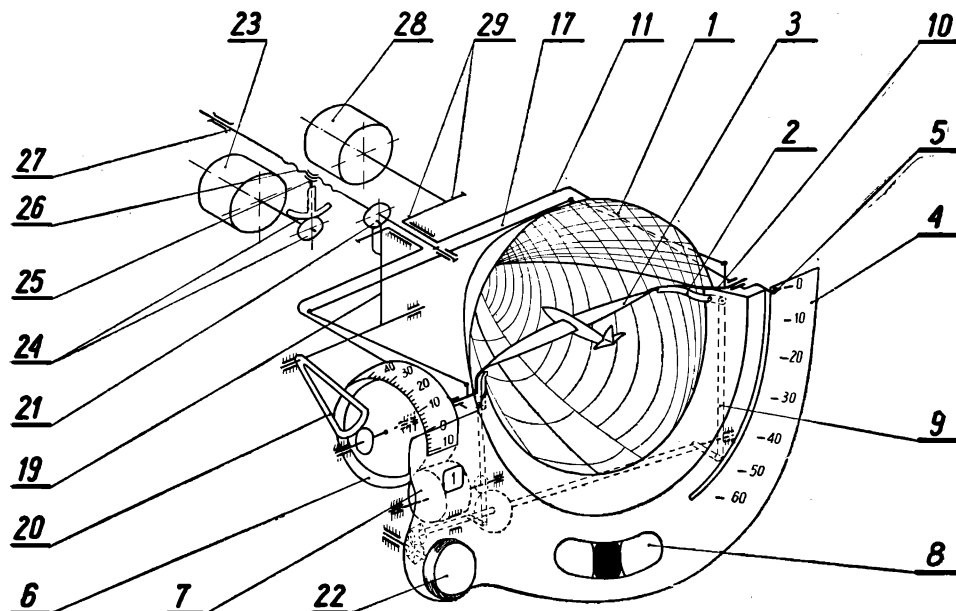


Fig. 2

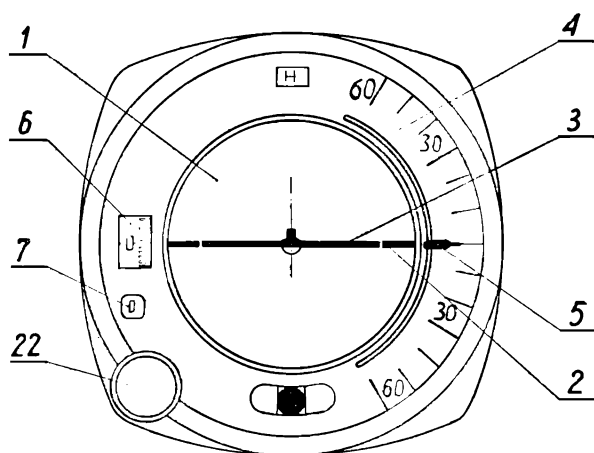


Fig. 3

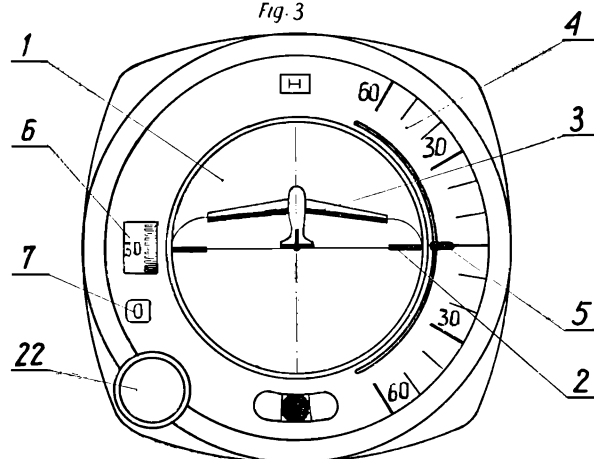


Fig. 4

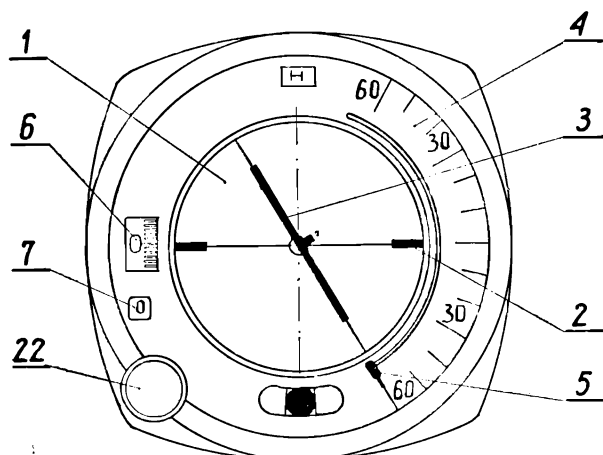


Fig. 5

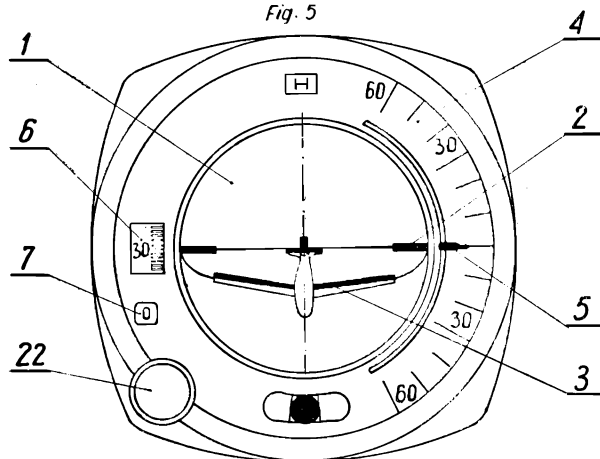


Fig. 6