

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

52380

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 4.IV.1964 (P 104 224)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 10.XI.1966

Kl. 21 a⁴, 48/61

MKP H 04 ³ 7/08 ₂

UKD



Współtwórcy wynalazku: mgr inż. Inocenty Grzenkowicz, mgr inż. Stefan Musiałkiewicz

Właściciel patentu: Warszawskie Zakłady Radiowe Warszawa (Poska)

Wskaźnik radiolokacyjny z elektronowymi liniami do pomiaru wysokości

1

Przedmiotem wynalazku jest wskaźnik radiolokacyjny przeznaczony do pomiaru wysokości obiektów powietrznych. Znane rozwiązania wskaźników do radiolokacyjnego pomiaru wysokości realizowane są w większości z zastosowaniem skal mechanicznych.

Najczęściej na ekran lampy obrazowej nałożona jest skala mechaniczna z ruchomą wskazówką przesuwaną po ekranie. Wprowadzenie zmiany zakresów w tym systemie jest praktycznie niemożliwe, ponieważ wymaga zmiany skali mechanicznej i ponownego strojenia. Czas pomiaru jest długi a pomiar wymaga interpolacji i obciążony jest błędem paralaksy oraz przesunięcia zobrazowania względem skali mechanicznej. Wynik pomiaru jest słabo czytelny.

Innym znanym rozwiązaniem jest wskaźnik do określania wysokości obiektów powietrznych z nałożoną na ekran lampy obrazowej skalą mechaniczną z liniami stałej wysokości. Odczytu wysokości dokonuje się przez interpolację między liniami stałej wysokości. System ten posiada wady wskaźnika z ruchomą wskazówką.

Pewną odmianę tych rozwiązań stanowi wskaźnik, w którym linie stałej wysokości generowane są w sposób elektronowy i przedstawione łącznie ze zobrazowaniem bezpośrednio na ekranie lampy oscyloskopowej. Odczytu wysokości dokonuje się w tym rozwiązaniu również przez interpolację między liniami stałej wysokości. Różni się od po-

2

przednich rozwiązań tym, że dokładność odczytu nie jest obciążona błędem wynikającym z przesuwania się zobrazowania wskutek niestabilności układu. Największą dokładność pomiaru wysokości zapewnia wskaźnik znany pod nazwą wskaźnika z ruchomym elektronowym znacznikiem wysokości.

We wskaźniku tym generowany jest impuls występujący na ekranie lampy oscyloskopowej w postaci rozjaśnionej plamki na podstawie czasu, przy czym przesunięcie tego impulsu w kierunku pionowym jest proporcjonalne do wysokości. Ustawienie znacznika na echo wymaga dwóch regulacji poziomej i pionowej. Organ regulacji pionowej cechowany jest jednostkami wysokości. Operacyjnie wskaźnik jest niewygodny: ma długi czas pomiaru i wymaga dużej prędkości przeszukiwania przestrzeni. Ze względu na ciągły rozwój techniki lotniczej wymaga się od urządzeń wskaźnikowych zwiększonej dokładności pomiaru, skrócenia czasu pomiaru, wyższej częstotliwości pomiaru oraz szybkości przekazywania danych na odległość. Ponadto pożądane jest prowadzenie ciągłego namiaru jednocześnie kilku obiektów powietrznych oraz mierzenie bezpośrednio ich wysokości względnej. Wymaga się również wypracowania wyniku pomiaru w formie łatwo czytelnej nie wymagającej interpolacji, zwiększenia zakresów pomiarowych a przede wszystkim szybkiej zmiany zakresów po-

miarowych stosownie do zaistniałej sytuacji w polu widzenia stacji.

Celem wynalazku jest spełnienie wyżej wymienionych wymagań. Wskaźnik radiolokacyjny według wynalazku zawiera zespół selektora połączonego z blokiem podstawy czasu odległościowej i wysokościowej oraz z blokiem impulsów i dostarczający do tych bloków wybrane impulsy z przebiegu wejściowego impulsów wyzwalających.

Blok podstawy czasu odległościowej i wysokościowej zawiera generatory odległościowej i wysokościowej podstawy czasu, przy czym generator odległościowej podstawy czasu połączony jest z blokiem odchylenia poziomego, dostarczając do niego przebiegu poziomej podstawy czasu, natomiast generator pionowej podstawy czasu połączony jest z blokiem odchylenia pionowego, dostarczając do niego przebiegu pionowej podstawy czasu. Blok impulsów wysokości zawiera generatory impulsów wysokości, zasilane z potencjometrów liniowych sprzężonych z cyfrowym licznikiem wysokości, generator krzywizny ziemi oraz układy opóźnienia, kluczkowania oraz mieszania. Blok impulsów wysokości połączony jest z blokiem odchylenia pionowego, dostarczając do niego dwóch impulsów wysokości z naniesioną krzywizną ziemi oraz z generatorem podstawy linii dostarczając do niego opóźnionych impulsów wyzwalających. Generator podstawy linii połączony jest z blokiem odchylenia poziomego i dostarcza przebiegu podstawy linii. Bloki odchylenia poziomego oraz pionowego zawierają po jednym mieszaczu oraz wzmacniaczu ze sprzężeniem zwrotnym obejmującym oba stopnie mieszacza. Stopnie wyjściowe bloków odchylenia poziomego i pionowego zasilają układ lampy obrazowej wytwarzając na jej ekranie na tle zobrazowania ruchome elektronowe linie, które służą do określenia wysokości zobrazowanych obiektów.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia zobrazowanie z dwoma elektronowymi liniami do pomiaru wysokości, fig. 2 — przebiegi czasowe w układach, fig. 3 — uproszczony schemat blokowy wskaźnika.

Zobrazowanie wskaźnika radiolokacyjnego według wynalazku (fig. 1) realizowane jest na ekranie kineskopu z luminoforem o długiej poświacie przez plamkę sterowaną przebiegami pionowego *a* i poziomego *b* odchylenia (fig. 2). Przebiegi odchylenia poziomego i pionowego powstają w wyniku synchronizowania impulsami wyzwalającymi *e* i *d* z układu selektora *A* pracy bloku *B* (fig. 3) impulsów wysokości oraz bloków podstawy czasu *C* i podstawy linii *D*. Impulsy *e* wyzwalające urządzenie doprowadzone do wejścia 1 selektora zostają w nim podzielone na dwa tory. Tor wychodzący z bramki 2 zawiera impulsy *e* uruchamiające układy *C* podstawy wysokościowej *f* i odległościowej *g*.

Tor drugi z bramki 3 wyzwalają impulsami *d* układy bloku *B* impulsów wysokości oraz bloku *D* podstawy linii. Dzielenie częstotliwości impulsów *e* w stosunku założonym 6:1 następuje w obniżaczu częstotliwości 4. Impuls z obniżacza (co szósty impuls ciągu *e*) działa na układ kluczkujący 5, który

pod jego wpływem zmienia swój stan i blokuje bramkę 2 a otwiera bramkę 3, przez którą przechodzi jeden impuls. Układ kluczkujący 5 powraca samoczynnie do stanu poprzedniego i zamyka bramkę 3 a otwiera bramkę 2, która przepuszcza pięć kolejnych impulsów.

Impulsy wyzwalające *d* z bramki 3 uruchamiają jednocześnie układy opóźnienia 6 i kluczkowania 7. Układ opóźniania spełnia rolę czasostereu, synchronizuje swoimi przebiegami pracę bloków związanych w procesie generowania impulsów wysokości *h* i podstawy linii *l* (fig. 2). Układ opóźniania składa się z czterech multiwibratorów jednostabilnych, które wytwarzają impulsy *j* (fig. 2) do generatora *D* napięciowej podstawy linii i generatora 8 krzywizny ziemi, oraz impulsy ujemne *k* do sterowania generatorów 9 i 10 impulsów wysokości. Generator impulsów wysokości zbudowany jest na dwóch lampach, które pracują na wspólne obciążenie. Na anodach lamp powstaje impuls, gdy przebiegi doprowadzone do siatek obu lamp mają polaryzację ujemną i wówczas zostaje wytworzony impuls dodatni. Układ kluczkowania 7 wytwarza jednocześnie dwa przebiegi różnoimienne *l* i *m* do kluczkowania generatorów 9 i 10 impulsów wysokości.

W czasie jednoczesnego działania na generator 9 ujemnego impulsu *m* z układu kluczkowania 7 oraz ujemnego impulsu *k*, z układu opóźnienia powstaje na wyjściu generatora impuls wysokości *n*.

Impuls wysokości *o* powstaje w generatorze 10 pod działaniem przebiegu *l* z układu kluczkowania 7 oraz przebiegu *k* z układu opóźnienia. Impulsy wysokości *n* i *o* występują na przemian co drugi okres powtarzania impulsów *d*. Generatory impulsów wysokości 9 i 10 sterowane są napięciem stałym z potencjometrów wielobrotowych 11 i 12. Przy pomocy potencjometru zmienia się amplitudę impulsu wysokości od zera do wartości amplitudy odpowiadającej maksymalnej wysokości mierzonej. Wysokość mierzonego obiektu powietrznego odczytuje się z elektronicznego licznika cyfrowego, załączonego do suwaka potencjometru, lub z mechanicznego licznika sprzęgniętego z osią potencjometru.

W pomiarze wysokości obiektów powietrznych uwzględnia się krzywiznę ziemi określoną wzorem:

$$K = \frac{R^2}{2r} \quad (1)$$

gdzie *R* odległość obiektu od stacji, *r* — promień krzywizny ziemi, *k* — amplituda krzywizny ziemi.

Impulsy wysokości z naniesioną krzywizną ziemi pozwalają na bezpośredni odczyt wysokości z licznika zgodny z rzeczywistą wysokością obiektu powietrznego w danym miejscu określoną wzorem:

$$H = R \sin \alpha + \frac{R^2}{2r} \quad (2)$$

gdzie *H* — wysokość mierzona, α — kąt położenia anteny w elewacji.

Impuls *p* (fig. 2), którego kształt odwzorowuje krzywiznę ziemi, wytwarza generator 8 w czasie działania ujemnego impulsu *j* z układu opóźnienia 6. Zmiany kształtu impulsów krzywizny ziemi stosownie do zakresu pomiarowego realizowane są

przełącznikiem stałych czasu w generatorze krzywizny ziemi. Impulsy wysokości n i e (fig. 2) oraz krzywizny ziemi p zostają na siebie nałożone w mieszaczu 18 impulsów wysokości i krzywizny ziemi.

Na wyjściu mieszacza otrzymuje się jeden przebieg impulsów wysokości h z naniesioną krzywizną ziemi. Blok C zawierający generator 14 podstawy wysokościowej i generator 15 podstawy odległościowej sterowany jest impulsami wyzwalającymi c z bloku 2. Generatory podstawy wysokościowej i odległościowej pod względem układowym są identyczne. Pracują w układzie Millera z wtórnikiem katodowym. Pobudzane są z multiwibratora dodatnim impulsem, którego szerokość zależy od amplitudy generowanych podstaw. Generator wysokościowej podstawy sterowany jest z potencjometru sinusoidalnego 16 napięciem, którego wartość zależy sinusoidalnie od położenia anteny w elewacji. W wyniku wzrostu kąta elewacji anteny rośnie amplituda podstawy wysokościowej f , a amplituda podstawy odległościowej g maleje.

W blokach odchyłania poziomego E i pionowego F następuje mieszanie i wzmacnianie przebiegów g , f , i oraz h . Podstawa wysokościowa f oraz impulsy wysokości h w mieszaczu 17 tworzą przebieg pionowego odchyłania a . Natomiast podstawa odległościowa g i podstawa linii i z generatora D połączone w mieszaczu 18 tworzą na jego wyjściu przebieg poziomego odchylenia b .

Układy odchyłania zawierają dwa jednakowe toru wzmacniaczy dla odchylenia pionowego F i poziomego E. Tor składa się z trzech stopni wzmacniających z ujemnym sprzężeniem zwrotnym zapewniającym odpowiednią liniowość przebiegów wzmacnianych. Pierwszy stopień wzmacniacza stanowi mieszacz, składający się z dwóch lamp pracujących na wspólne obciążenie anodowe i objętych wspólną pętlą sprzężenia zwrotnego. Stopnie końcowe torów wzmacniaczy sterują przebiegami prądowymi cewkę odchyłającą w bloku 21.

W układzie lampy obrazowej 21 znajdują się cewki odchyłające oraz cewki przesuwające zobrazowanie pionowo i poziomo, umieszczone na wspólnym rdzeniu. Układy przesuwania służą do sprowadzenia początku podstawy czasu 22 w lewy dolny róg ekranu lampy obrazowej. Na ekranie lampy obrazowej uzyskuje się podstawę czasu 23 w wyniku działania w cewce odchyłającej prądowych podstaw wysokościowej i odległościowej a linie wysokości 24 i 25 powstają w wyniku jednoczesnego działania w cewce odchyłającej prądów od podstawy linii oraz impulsów wysokości. Zmiana położenia podstawy czasu na ekranie lampy obrazowej wywołana jest wzajemnymi zmianami amplitud podstaw wysokościowej i odległościowej.

Zmiany tych amplitud wywołane są modulacją generatora podstawy wysokościowej napięciem proporcjonalnym do sinusa kąta elewacji anteny.

Linie wysokości przesuwane są niezależnie od siebie po ekranie lampy obrazowej potencjometrami 11 i 12. Pomiar wysokości obiektu powietrznego przy pomocy linii wysokości polega na ustawieniu pokręteł potencjometru jednej z linii wysokości na środek echa (26) i odczytaniu wysokości

obektu z licznika sprzężonego z danym potencjometrem. Do skalowania krzywizny linii wysokości przewidziany jest specjalny rodzaj pracy wskaźnika, w którym czynny udział bierze układ 27 eliminatora impulsów pobudzających generator krzywizny ziemi.

Układ ten przepuszcza co drugi impuls (przebieg e) z układu opóźnienia do generatora 8 impulsu krzywizny ziemi, który pracuje z częstotliwością dwukrotnie mniejszą dając na wyjściu przebieg r . Wówczas na ekranie lampy obrazowej wystąpi jedna z linii jako prosta, a druga zniekształcona impulsem krzywizny ziemi. Realizowane są one przebiegiem 8 impulsów wysokości występujących w czasie składowania. Linia prosta wykorzystana jest do odmierzenia krzywizny linii drugiej. Kształtowanie impulsu krzywizny ziemi odpowiednio do przyjętych zakresów odbywa się przez zmianę stałych czasu i dzielników amplitudy w układzie generatora. Amplituda krzywizny linii wyznaczona jest przy pomocy linii prostej na ekranie lampy obrazowej odpowiednio do wartości obliczonych ze wzoru (1). Generator 28 znaku wyróżniającego linię 24 wytwarza impuls t przekazywany do układu lampy obrazowej 21. Impuls wyróżnia linię wysokości znakiem 29 rozwiązaniem zbliżonym w kształcie do prostokąta.

Zasadnicze zalety opisanego wskaźnika wynikają z zastosowania rachonowych elektronowych linii do pomiaru wysokości. System ten zapewnia jednoczesny pomiar wysokości bezwzględnych dwóch obiektów powietrznych i wysokości względnej między nimi. Ponadto zapewnia on stosowanie zmienianych przełącznikiem zakresów pomiarowych oraz szybki i dokładny pomiar bez interpolacji i błędów paralaksy.

Zobrazowanie (fig. 1) z dwoma liniami do pomiaru wysokości realizować można również w układzie uproszczonym bez selektora (bloki 2, 3, 4 i 5 fig. 3). Impulsy wyzwalające e (fig. 2) uruchamiają układy bloku C podstaw czasu, opóźnienia 6 i kluczkowania 7 bezpośrednio bez udziału selektora. Wpisywanie impulsów wysokości h następuje w przerwach między podstawami wysokościowymi f a podstawy linii i wpisane zostają w przerwy między podstawami odległościowymi g w kolejnych okresach pracy wskaźnika. Wada tego rozwiązania polega na tym, że w jednym okresie występują dwa impulsy wskutek czego ograniczony zostaje zakres wskaźnika w odległości i górna częstotliwość impulsów wyzwalających.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wskaźnik radiolokacyjny z elektronowymi liniami do pomiaru wysokości **znamienny tym**, że zespół selektora (A) połączony jest z blokiem (C) podstawy czasu odległościowej i wysokościowej oraz z blokiem (B) impulsów wysokości dostarczając do tych bloków wyselekcjonowane z ciągu impulsów (e) wyzwalających wskaźnik impulsy (e) sterujące pracą bloku (C) podstaw czasu oraz impulsy (d) sterujące pracą bloku (B) impulsów wysokości, z których to bloków

- (C i B) blok (C) podstaw czasu połączony jest z blokiem (E) odchylania poziomego dostarczając przebiegu (g) odległościowej podstawy czasu oraz z blokiem (F) odchylania pionowego dostarczając przebiegu (f) wysokościowej podstawy czasu, zaś blok (B) impulsów wysokości połączony jest z blokiem (F) i dostarcza do niego regulowane w amplitudzie impulsy wysokości (h) z naniesioną krzywizną ziemi oraz z generatorem (D) podstawy linii, do którego dostarcza opóźnionych impulsów sterujących (j), przy czym generator (D) podstawy linii połączony jest z blokiem (E) odchylania poziomego i dostarcza impulsy (i) podstawy linii, zaś blok (E) odchylania poziomego oraz blok (F) odchylania pionowego sumują przebiegi wejściowe i dostarczają sumaryczne przebiegi odchylania poziomego (b) oraz pionowego (a) do układu (21) lampy obrazowej, wskutek czego na ekranie lampy obrazowej na tle zobrazowania występują ruchome elektronowe linie wysokości (24, 25), których położenie w pionie jest proporcjonalne do wysokości i mierzone cyfrowym licznikiem wysokości.
2. Wskaźnik radiolokacyjny według zastrz. 1, ~~znamienny~~ tym, że posiada układ eliminatora (27), włączony między zespół opóźniający (6) a generator krzywizny ziemi (8), przy czym eliminuje on co drugi impuls pobudzający generator krzywizny ziemi tak, że na ekranie lampy obrazowej linia wysokości (24) jest linią prostą, przy pomocy której skaluje się krzywiznę na linii wysokości (25).
3. Wskaźnik radiolokacyjny według zastrz. 1—2, ~~znamienny~~ tym, że posiada generator krzywizny ziemi (8) z przełączanymi amplitudami i stałymi czasami, wskutek czego zostają wytworzone impulsy odwzorowujące krzywiznę ziemi odpow-

wiednio do włączonego przełącznika zakresu pomiarowego wskaźnika.

4. Odmianna wskaźnika radiolokacyjnego według zastrz. 1, ~~znamienna~~ tym, że wejście (1) z impulsami (e) wyzwalającymi wskaźnik połączone jest z blokiem (C) podstawy czasu odległościowej i wysokościowej oraz z blokiem (B) impulsów wysokości, z których to bloków (C i B) blok (C) podstaw czasu połączony jest z blokiem (E) odchylania poziomego dostarczając do niego przebiegu odległościowej podstawy czasu oraz z blokiem (F) odchylania pionowego dostarczając do niego przebiegu wysokościowej podstawy czasu, zaś blok (B) impulsów wysokości połączony jest z blokiem (F) i dostarcza do niego regulowane w amplitudzie impulsy wysokości z naniesioną krzywizną ziemi oraz z blokiem (E) odchylania poziomego i dostarcza do niego podstawy linii, przy czym początek impulsów wysokości oraz start podstawy linii są opóźnione względem startu podstawy czasu odległościowej i wysokościowej tak, że impulsy wysokości wpisywane są w przerwy między wysokościowymi podstawami czasu a podstawy linii w przerwy między odległościowymi podstawami czasu w kolejnych okresach pracy wskaźnika, przy czym blok (E) odchylania poziomego oraz blok (F) odchylania pionowego sumują przebiegi wejściowe i dostarczają sumaryczne przebiegi odchylania poziomego oraz pionowego do układu (21) lampy obrazowej, wskutek czego na ekranie lampy obrazowej na tle zobrazowania występują ruchome elektronowe linie wysokości (24, 25), których położenie w pionie jest proporcjonalne do wysokości i mierzone cyfrowym licznikiem wysokości.

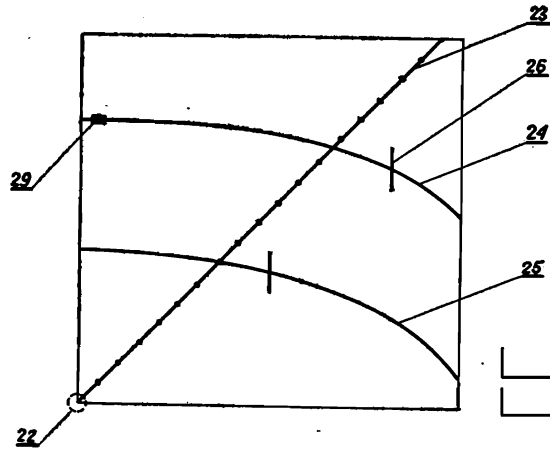


Fig. 1

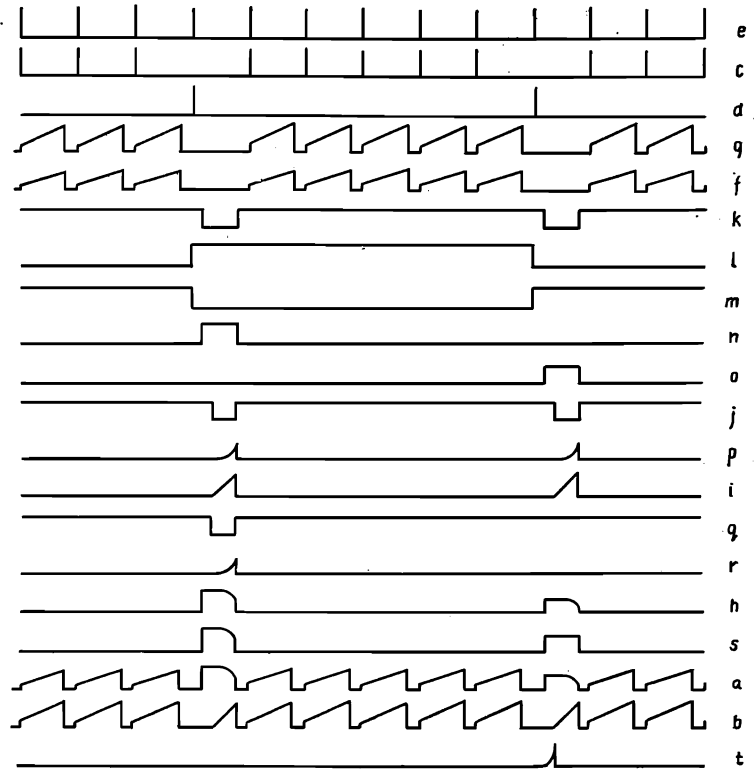


Fig. 2

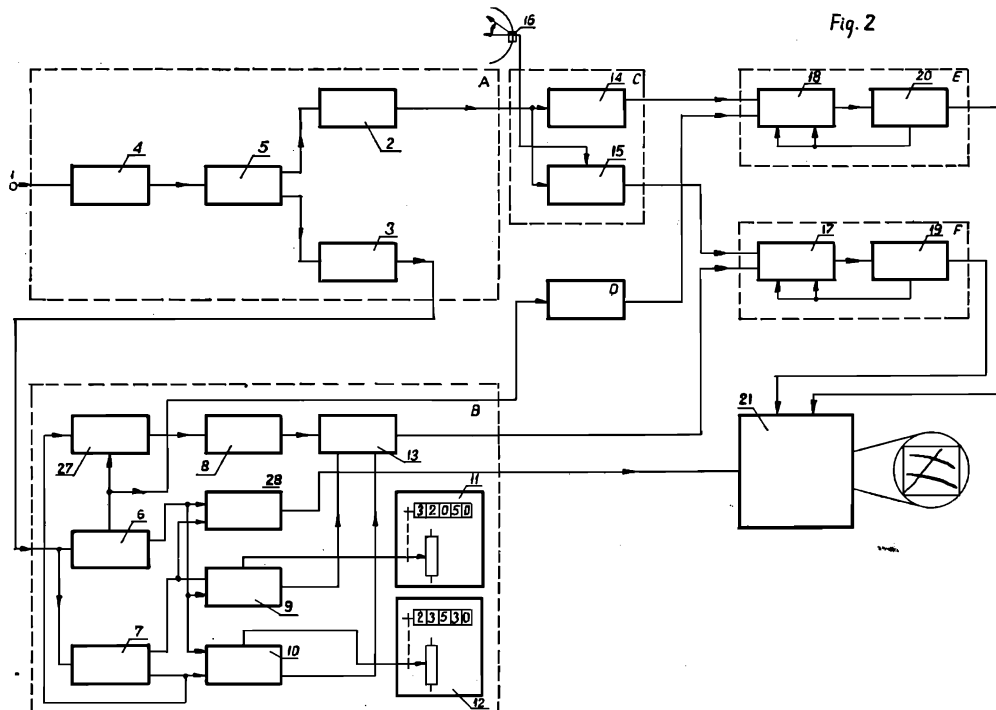


Fig. 3