



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

55909

Patent dodatkowy
do patentu

Kl. 21 a⁴, 8/02

Zgłoszono: 21.V.1966 (114 687)

Pierwszeństwo:

MKP H 03 b 3/08

Opublikowano: 10.X.1968

BIBLIOTEKA

UKD
Urzędu Patentowego
Instytut Techniczny

Współtwórcy wynalazku: mgr inż. Aleksander Brąkowski, mgr inż. Tadeusz Jarecki

Właściciel patentu: Zakłady Radiowe im. Marcina Kasprzaka, Warszawa (Polska)

Sposób automatycznego strojenia generatora synchronizowanego wielkiej częstotliwości oraz układ do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób automatycznego strojenia generatora synchronizowanego wielkiej częstotliwości za pomocą układów elektronicznych.

Wynalazek znajdzie zastosowanie w układach syntezy częstotliwości, znanych pod nazwą syntezerów.

We współcześnie konstruowanych syntezerach natrafia się na poważne trudności przy automatycznym nastawianiu żądanej częstotliwości. Największe trudności napotyka się przy automatycznym nastrajaniu generatorów synchronizowanych wielkiej częstotliwości, stanowiących jeden z podstawowych elementów układów syntezy częstotliwości.

Ogólna zasada działania generatora synchronizowanego (przestrajanego w danym zakresie częstotliwości) wymaga wytworzenia odpowiedniego sygnału dla kontroli jego częstotliwości i ciągłej synchronizacji.

Wytwarzanie sygnału kontrolnego następuje zazwyczaj przez porównanie częstotliwości generatora synchronizowanego z wzorcową częstotliwością odniesienia za pomocą dyskryminatora fazy. Przekształcanie częstotliwości generatora synchronizowanego na stałą częstotliwość wprowadzaną do dyskryminatora fazy, może odbywać się na przykład za pomocą szeregu dekadowo-nastawnych układów mieszających, albo dekadowo-nastawnych układów dzielących. W obu przypadkach przy

2

automatycznym nastawianiu częstotliwości generatora synchronizowanego, dla każdej żądanej częstotliwości układ automatycznego strojenia nastawia wstępnie z dość dużym przybliżeniem, albo częstotliwość samego generatora oraz odpowiednie częstotliwości nośne do stopni mieszających, lub też stopień podziału dzielnika nastawnego, zależnie od wybranej konstrukcji.

Znany jest generator synchronizowany, w którym zastosowano metodę analizy częstotliwości, zaś elementy przełącza się w samym stopniu generacyjnym za pomocą trzech przełączników obrotowych.

Znany jest generator synchronizowany, mający w członie przekształcania częstotliwości tego generatora na stałą częstotliwość dyskryminatora nastawny dzielnik częstotliwości, zaś elementy w stopniu generacyjnym przełącza się za pomocą dwóch przełączników obrotowych. Strojenie w paśmie jednego MHz odbywa się za pomocą kondensatora obrotowego ręcznie, lub automatycznie za pomocą silnika, kontrolowanego przez układ sterujący.

Znany jest generator synchronizowany, w którym zastosowano metodę analizy częstotliwości, przy czym stopień generacyjny nastraja się wstępnie ręcznie za pomocą dwóch przełączników obrotowych, a następnie automatycznie za pomocą zmiennego kondensatora napędzanego silnikiem, którym kieruje specjalny układ sterujący.

Znany jest również układ, zawierający synchronizowany generator, skonstruowany według sposobu analizy częstotliwości oraz człon skonstruowany według sposobu syntezy częstotliwości, w których stopień generacyjny jest strojony automatycznie przez zmianę wartości indukcyjności w sposób mechaniczny, zaś napęd strojenia odbywa się za pomocą silnika sterowanego układem automatyzacji, zawierającym serwosystem. Program działania tego układu jest tworzony przez nastawianie przełączników dekadowych (generatora synchronizowanego) na żadaną częstotliwość.

Znany jest układ zawierający generator synchronizowany, skonstruowany według sposobu analizy częstotliwości oraz człon skonstruowany według sposobu syntezy częstotliwości, przy czym w obu tych członach znajdują się stopnie generacyjne, z których każdy jest nastrojany punktowo ręcznie za pomocą dwóch przełączników obrotowych.

W opisanych układach syntezy częstotliwości wadą jest stosowanie urządzeń elektromechanicznych, jak przełączników w obwodach rezonansowych wysokiej częstotliwości, napędzanych silnikami elektrycznymi kondensatorów lub przesuwanych rdzeni magnetycznych cewek w obwodach strojonych oraz wszelkiego rodzaju serwo-mechanizmów, które są zawodne w działaniu, mają ograniczoną szybkość strojenia i trudne są do hermetyzacji.

Celem wynalazku jest zwiększenie niezawodności działania oraz szybkości strojenia generatora synchronizowanego wielkiej częstotliwości, zaś zadaniem wynalazku jest opracowanie sposobu oraz układu do osiągnięcia tego celu.

Cel ten został osiągnięty przez zastosowanie sposobu automatycznego strojenia generatora synchronizowanego wielkiej częstotliwości, opartego na zastosowaniu znanej metody wywoływania zmian częstotliwości obwodów rezonansowych przez oddziaływanie napięcia lub prądu stałego na elementy strojone obwodów tym znamienne, że do obwodów rezonansowych generatora synchronizowanego doprowadza się z układu automatycznego strojenia schodkowo-narastające lub malejące napięcie stałe, ustalające żadaną częstotliwość generatora synchronizowanego do wartości z zakresu chwytania synchronizacji przez dyskryminator. Następnie za pomocą dyskryminatora, częstotliwość generatora jest synchronizowana z wzorcową częstotliwością odniesienia.

Zastosowanie wynalazku umożliwi wykonanie małogabarytowych szybkostrójnych syntezerów częstotliwości.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na podstawie rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu do stosowania sposobu będącego przedmiotem wynalazku, fig. 2 — wykres pracy pierwszego etapu automatycznego strojenia przy zmianie częstotliwości, fig. 3 — wykres pracy drugiego etapu, przy podstrajaniu generatora w kierunku podwyższania częstotliwości, fig. 4 — wykres pracy, jak dla fig. 3, lecz w kierunku obniżania częstotliwości i fig. 5 — wykres pracy trzeciego etapu, przy

podstrajaniu generatora w kierunku obniżania częstotliwości.

Zasada działania układu przedstawionego na fig. 1 jest następująca.

Generator synchronizowany wielkiej częstotliwości 1 jest nastrojany wstępnie za pomocą układu automatycznego strojenia 2 na żadaną częstotliwość ze swego zakresu pracy. Częstotliwość tę przekształca się za pomocą układu mieszającego 3 na stałą częstotliwość, wprowadzaną poprzez układ ograniczająco-filtrujący 4 do dyskryminatora fazy 5, gdzie porównywana jest z wzorcową częstotliwością odniesienia otrzymaną z generatora kwarcowego 6 za pomocą układu dzielącego 7 oraz układu powielającego 8. Sygnał kontrolny wytworzony w dyskryminatorze fazy 5 oddziałuje na generator 1 poprzez filtr korekcyjny 9 i doprowadza do wytworzenia synchronizmu.

Generator synchronizowany 1 wstępnie nastawia się przez doprowadzenie odpowiedniego napięcia stałego z układu automatycznego strojenia 2.

W wynalazku wykorzystano znany sposób wywoływania zmian częstotliwości generatora przez oddziaływanie napięcia stałego na elementy strojone w obwodach rezonansowych. Pod wpływem zmian doprowadzanego napięcia stałego odbywa się w przypadku zastosowania jako elementu strojonego diody pojemnościowej zmiana jej pojemności, zaś w przypadku zastosowania cewki z rdzeniem magnetycznym, zmiana jego przenikalności, a co za tym idzie zmiana indukcyjności cewki.

W przykładzie wykonania układu przedstawionego na fig. 1, jako element nastrojania generatora 1 za pomocą układu automatycznego strojenia 2, zastosowano cewkę z rdzeniem magnetycznym, zaś jako element podstrajania w obwodzie synchronizacji, diodę pojemnościową.

Układ automatycznego strojenia 2 ma trzy człony: A, B i C.

Generator synchronizowany 1 jest nastrojany w trzech etapach, kolejno za pomocą członu A, B oraz C. Po zakończeniu każdego etapu, na wyjściu strojącego członu utrzymuje się napięcie stałe, właściwe dla danego etapu strojenia generatora 1.

Człon A (oraz analogicznie człon B i C) ma wzmacniacz z układem progowo-ograniczającym 10 (11, 12), prostownik 13 (14, 15), układ sterujący 16 (17, 18), układ bramkowy 19 (20, 21), generator napięcia schodkowego 22 (23, 24) i tłumik 25 (26, 27). Poza tym człon A (oraz człon B) ma układ pamięciowy 28 (29) z bramkami 30 i 31 (32 i 33). Człon B (oraz człon C) ma również pomocniczą bramkę 34 (35).

Układ mieszający 3 ma w pierwszym stopniu mieszacz 36 i filtr środkowoprzepustowy 37, w drugim — mieszacz 38 i filtr środkowoprzepustowy 39 i w trzecim — mieszacz 40 i filtr środkowoprzepustowy 41, przy czym filtry posiadają coraz węższe pasmo przepuszczanych częstotliwości: $\Delta F_1 > \Delta F_2 > \Delta F_3$.

Z generatora kwarcowego 6 częstotliwość wzorcowa, w przykładzie wykonania 1 MHz, doprowadzana jest do układu dzielącego 7, zawierającego stopień dzielnicy wstępny 42 z częstotliwością wzor-

cową 100 kHz oraz stopnie dekadowe: 43 z częstotliwością 10 kHz, 44 — 1 kHz i 45 — 100 Hz.

Układy selekcji harmoniczných 46, 47, 48 wzorcowych częstotliwości podstawowych, mają przełączane za pomocą diod półprzewodnikowych układy filtrów, zaś zakresy przenoszonych częstotliwości nastawiane dla każdego układu za pomocą przełączników.

Układ ograniczająco-filtrujący 4 ma układ progowo-ograniczający, filtr środkowo-przepustowy i wzmacniacz.

Układ powielający 8 ma wzmacniacz oraz filtr środkowoprzepustowy.

Częstotliwość synchronizowanego generatora 1 przesyłana jest poprzez wzmacniacz-separator 49, zaś napięcie wyjściowe generatora 1 doprowadza się poprzez wzmacniacz-separator 50 do koncentracyjnego zacisku wyjściowego L.

Działanie poszczególnych członów układu automatycznego strojenia 2 przy nastrojaniu generatora 1 jest następujące.

Przez wybranie pierwszej cyfry żądanej częstotliwości w układzie selekcji harmoniczných 46 rozpoczyna się działanie członu A. Z pomiędzy częstotliwości doprowadzonych ze wstępnego stopnia dzielącego 42 połączeniem 51 do układu selekcji harmoniczných 46, zostaje wybrana nowa częstotliwość nośna F_{H1} i doprowadzona połączeniem 52 do mieszacza 36. Wówczas znika napięcie wyjściowe o częstotliwości F_{p1p} na filtrze pierwszej pośredniej częstotliwości 37, o ile było skutkiem poprzedniego nastrojenia, a tym samym znika stałe napięcie wytwarzane w prostowniku 13. Wskutek tego układ sterujący 16 przestawia się, następuje otwarcie bramki 19 i ciąg impulsów z dekadowego stopnia dzielącego 45, połączeniem 53, 54, 55, uruchamia przez bramkę 19 połączeniem 56 generator napięcia schodkowego 22. Generator ten wytwarza napięcie narastające schodkowo, okresowo powtarzające się i wywołujące poprzez tłumik 25 i połączenie 57, 58, 59, podobne schodkowe zmiany częstotliwości generatora synchronizowanego 1. Wielkość schodków jest tak dobrana, że umożliwia to przestrojenie generatora 1 w całym zakresie jego pracy, co przedstawione jest na fig. 2, gdzie punkt 1 w czasie t_1 pokazuje moment otwarcia bramki 19. Narastanie napięcia schodkowego a skutkiem tego odpowiednia zmiana częstotliwości, odbywa się od wartości ustalonej dla poprzedniego nastrojenia przy częstotliwości generatora F_{gp} , aż do wartości maksymalnej F_{gmax} , większej od górnej wartości częstotliwości z zakresu nominalnej pracy generatora F_{gnmax} , po czym opada skokiem do wartości minimalnej F_{gmin} , mniejszej od dolnej wartości częstotliwości z zakresu nominalnej pracy generatora F_{gnmin} i znów rozpoczyna kolejny cykl narastania. Za tym w czasie pierwszego cyklu zmiana częstotliwości pokrywa cały zakres pracy generatora synchronizowanego 1.

Napięcie z generatora 1 jest poprzez separator 49 i połączenie 60 doprowadzone do mieszacza 36. W chwili przechodzenia częstotliwości generatora przez wartości zbliżone do żądanej częstotliwości F_{gz} , na wyjściu filtru 37 pojawia się napięcie pierwszej pośredniej częstotliwości F_{p1A} ,

które przez połączenie 61 doprowadza się do układu progowo-ograniczającego 10 i prostownika 13. Napięcie stałe wytworzone w prostowniku 13, przez połączenie 62 przestawia układ sterujący 16, który przez połączenie 63 zamyka bramkę 19. Bramka 19 odcina dostęp impulsów z dekadowego stopnia dzielącego 45 i generator napięć schodkowych 22 przestaje pracować. Powoduje to natychmiastowe zatrzymanie narastania napięcia schodkowego na wyjściu członu A. W rezultacie zostaje wytworzone takie napięcie stałe na wyjściu członu A, przy którym częstotliwość generatora synchronizowanego 1 — F_{ga} , po zmieszaniu z częstotliwością nośną F_{H1} z układu selekcji harmoniczných 46 w mieszaczu 36, wytworzy na wyjściu filtru 37 pierwszą częstotliwość pośrednią F_{p1A} , wyrażoną zależnością:

$$F_{p1A} = F_{ga} - F_{H1} \quad (1)$$

Filtr pośredniej częstotliwości 37 posiada szerokość pasma przenoszonych częstotliwości ΔF_1 , za tym w takim przedziale może się mieścić wytworzona częstotliwość pośrednia F_{p1A} , a tym samym i uzyskana częstotliwość generatora synchronizowanego 1 — F_{ga} . Przedstawione to jest na fig. 2, gdzie zamknięcie bramki 19 może nastąpić w przedziale czasowym od t_2 do t'_2 , odpowiednio zaś uzyskana częstotliwość F_{ga} generatora 1, może się mieścić w przedziale od punktu 2 do punktu 2'.

Ponieważ częstotliwość nośna F_{H1} nastawia się w układzie selekcji harmoniczných 46, w przykładzie wykonania co 100 kHz, odpowiednio do nastawiania setek kHz żądanej częstotliwości generatora synchronizowanego 1, za tym zostanie on nastrojony wstępnie z dokładnością wyrażoną zależnością:

$$F_{ga} = F_{gz} \pm \Delta F_1 \quad (2)$$

gdzie: F_{ga} — częstotliwość generatora 1 po wstępnym nastrojeniu przez człon A,

F_{gz} — żądana częstotliwość generatora, $\Delta F_1 \approx 100$ kHz, jest pasmem przenoszenia filtru 37.

Działanie członu B rozpoczyna się natychmiast po zakończeniu pracy członu A, w chwili t_2 od punktu 2, jak przedstawiono na fig. 3, lub w chwili t'_2 od punktu 2', jak przedstawiono na fig. 4. Przebieg pracy drugiego etapu strojenia jest za tym zależny od momentu zakończenia pracy przez pierwszy etap, to znaczy, czy należy korygować uzyskaną w pierwszym etapie częstotliwość generatora synchronizowanego 1 w kierunku wzrostu częstotliwości, jak przedstawiono na fig. 3, czy też w kierunku zmniejszenia częstotliwości, jak przedstawiono na fig. 4.

Działanie członu B rozpoczyna się przez odblokowanie bramki 20 z układu sterującego 16 przez połączenie 64, 65, w chwili t_2 (lub t'_2). Pozostaje wtedy jeszcze blokowanie przez układ sterujący 17 połączeniem 66.

Przez wybranie drugiej cyfry żądanej częstotliwości w układzie selekcji harmoniczných 47, zostaje wybrana nowa częstotliwość nośna F_{H2} , z pomiędzy częstotliwości doprowadzonych połączeniem 67 z dekadowego stopnia dzielącego 43. Czę-

stotliwość F_{H_2} zostaje połączeniem 68 doprowadzona do mieszacza 38. Wówczas znika napięcie wyjściowe o częstotliwości F_{p2p} filtru drugiej pośredniej częstotliwości 39, o ile było skutkiem poprzedniego nastrojenia, a tym samym znika stałe napięcie wytworzone w prostowniku 14, przestawia się układ sterujący 17, który odblokowuje i w rezultacie otwiera bramkę 20. Dalszy przebieg strojenia generatora 1 przebiega podobnie jak dla członu A. Ciąg impulsów z dekadowego stopnia dzielącego 45 przez połączenie 53, 54, 69 uruchamia poprzez bramkę 20 i połączenie 70 generator napięcia schodkowego 23. Generator ten wytwarza napięcie narastające schodkowo, wywołujące przez połączenie 71, poprzez tłumik 26 i połączenie 72, 58 i 59, podobne schodkowe zmiany częstotliwości generatora 1. Wielkość schodków jest tak dobrana, że umożliwia przestrojenie generatora 1 w granicach niedokładności nastrojenia przez człon A o $\pm \Delta F_1$, to znaczy do zakresu $2 \Delta F_1$. Oddziaływanie członu B na $+\Delta F_1$ i na $-\Delta F_1$, zależnie od momentu t_2 lub t'_2 zakończenia pracy pierwszego etapu umożliwiające jest przez kasowanie napięcia generatora schodkowego 23 członu B, na połowę wytwarzanego napięcia stałego, w momencie rozpoczęcia pracy przez człon A, to znaczy w chwili t_1 , co odpowiada punktowi 1 na fig. 2. W ten sposób przy nastrojaniu przez człon A uwzględniony jest wpływ początkowego napięcia na członie B po skasowaniu w chwili t_1 . Kasowanie przeprowadza się przez podanie ciągu impulsów z dekadowego dzielnika 44, przez połączenie 73, 74, 75, 76, 77 i 78, układ bramkowy 34 i połączenie 79. Układ bramkowy 34 sterowany jest z układu sterowniczego 16 przez połączenie 80 i otwarty jest jedynie podczas pracy członu A.

Schodkowo zmieniająca się częstotliwość generatora synchronizowanego 1 doprowadzona jest poprzez separator 49, połączenie 60, mieszacz 36, filtr 37 i połączenie 81 do mieszacza 38, w drugim stopniu układu mieszającego 3. W przypadku przedstawionym na fig. 3, dodatni przyrost częstotliwości generatora 1 zbliża go do żądanej pierwszej częstotliwości pośredniej F_{p1z} , wytwarzanej w mieszaczu 36. W pewnej chwili, skutkiem zbliżenia się do właściwej wartości pierwszej pośredniej częstotliwości F_{p1z} , druga pośrednia częstotliwość F_{p2A} , powstająca w mieszaczu 38, znajdzie się w paśmie przepuszczania filtru 39. Na wyjściu tego filtru otrzyma się drugą pośrednią częstotliwość F_{p2B} według zależności:

$$F_{p2B} = F_{p1B} - F_{H_2} \quad (3)$$

gdzie: F_{p1B} — oznacza pierwszą częstotliwość pośrednią po skorygowaniu przez człon B.

Częstotliwość F_{p2B} przez połączenie 82 doprowadzona jest do układu progowo-ograniczającego 11 i prostownika 14. Podobnie jak dla członu A, napięcie stałe wytworzone w prostowniku 14, przez połączenie 83 przestawia układ sterujący 17, który przez połączenie 66 zamyka bramkę 20. Bramka 20 odcina dostęp impulsów z dekadowego stopnia dzielącego 45 i generator napięć schodkowych 23 przestaje pracować, co powoduje natychmiastowe zatrzymanie narastania napięcia stałego na wyjściu

członu B, a za tym i wstrzymanie zmian częstotliwości generatora 1. Ponieważ filtr środkowo-przepustowy 39 posiada szerokość pasma ΔF_2 , w takim paśmie może się mieścić wytworzona pośrednia częstotliwość F_{p2B} oraz F_{gB} — częstotliwość generatora uzyskana po podstrojeniu przez człon B.

Przedstawione to jest na fig. 3, gdzie zamknięcie bramki 20, może nastąpić w przedziale czasowym od t_3 do t'_3 i odpowiednio do tego uzyskane częstotliwości F_{p1B} oraz F_{p2B} , mogą się mieścić w przedziale od punktu 3 do punktu 3'. Ponieważ częstotliwości nośne F_{H_2} są nastawiane w układzie selekcji harmonicznym 47 co 10 kHz, odpowiednio do nastawiania dziesiątek kHz żądanej częstotliwości generatora 1, za tym niedokładność nastrojenia zmniejszy się do tej wartości, wyrażonej zależnością:

$$F_{gB} = F_{gz} \pm \Delta F_2 \quad (4)$$

gdzie: F_{gB} — oznacza częstotliwość generatora 1 po skorygowaniu przez człon B, F_{gz} — żadaną częstotliwość generatora, $\Delta F_2 \approx 10$ kHz, jest szerokością pasma przepuszczania filtru 39.

Analogicznie przebiega strojenie etapu drugiego od chwili t'_2 , to jest od punktu 2', jak przedstawiono na fig. 4. Po uruchomieniu generatora napięć schodkowych 23, dodatni przyrost napięcia stałego podawanego na generator synchronizowany 1, powoduje dodatni przyrost częstotliwości generatora 1 (oraz częstotliwości F_{p1} i F_{p2}) i oddala ją od żądanej częstotliwości F_{gz} , jak przedstawiono na fig. 4, gdzie F_{p1A} rośnie do wartości $F_{p1A} + \Delta F_{1 \max}$, po czym skokiem maleje do wartości $F_{p1A} - \Delta F_{1 \max} < F_{p1z}$ i znów narasta do żądanej wartości F_{p1z} .

W okresie początkowego oddalania się częstotliwości generatora 1 od żądanej wartości, to jest zmianie od F_{p1A} do $F_{p1A} + \Delta F_{1 \max}$ wzrost F_{p1} może spowodować wyjście tej częstotliwości z pasma przepuszczania filtru 37, co mogłoby spowodować odblokowanie układu sterującego 16, otwarcie bramki 19 i zadziałanie generatora schodkowego 22. Unieściłoby to wstępne nastrojenie dokonane za pomocą członu A i spowodowało powtórzenie pierwszego etapu strojenia. Dla zapobieżenia temu człon A zawiera układ pamięciowy 28. Po zakończeniu działania członu A, gdy układ sterujący 16 zamyka przez połączenie 63 bramkę 19, jednocześnie tenże układ sterujący 16, otwierając przez połączenie 64, 65 bramkę 20 w członie B, otwiera przez połączenie 64, 84, bramkę 30 układu pamięciowego 28. Ciąg impulsów z dekadowego stopnia dzielącego 44, przez połączenie 73, 74, 75, 76, 77, 85, 86, poprzez bramkę 30 i połączenie 87, przestawia układ pamięciowy 28, który z kolei przez połączenie 88 blokuje bramkę 19 w członie A. Wobec tego bramka 19 jest zamknięta niezależnie od istnienia częstotliwości F_{p1} na filtrze 37. Trwa to tak długo, aż zakończy się działanie członu B i na wyjściu filtru 39 pojawi się częstotliwość F_{p2} , co powoduje przestawienie układu sterującego 17 i zamknięcie bramki 20. Układ sterujący 17 otwiera jednocześnie przez połączenie 89 bramkę 31, w chwili t_4 lub t'_4 i ciąg impulsów z dekadowego stopnia

dzielącego 44, przez połączenie 73, 74, 75, 76, 77, 85 i 90, poprzez bramkę 31 i przez połączenie 91, przedstawia układ pamięciowy 28, który przestaje blokować bramkę 19.

Analogicznie za tym, jak dla przypadku przedstawionego na fig. 3, w chwili t_3 lub t'_3 , również w chwili t_4 lub t'_4 , powstaje częstotliwość pośrednia F_{p2B} na filtrze 39. W przypadku przedstawionym na fig. 3, układ pamięciowy 28 oddziaływał identycznie, jak w przypadku przedstawionym na fig. 4, na bramkę 19, blokując ją od chwili t_2 do chwili t_3 lub t'_3 , ale nie miało to znaczenia, gdyż pierwsza częstotliwość pośrednia F_{p1A} , dążąc do wartości żądanej F_{p1z} nie wyszła z filtru 37. Działanie członu C rozpoczyna się natychmiast po zakończeniu działania członu B, w chwili t_3 lub t'_3 , albo t_4 lub t'_4 , to jest od punktu 3 lub 3' na fig. 3, albo 4 lub 4' na fig. 4.

Przebieg pracy trzeciego etapu strojenia generatora synchronizowanego 1 jest zależny od momentu zakończenia pracy przez drugi etap, to jest czy należy dalej korygować częstotliwość generatora 1 w kierunku wzrostu częstotliwości od punktu 3 lub 4, czy też w kierunku zmniejszenia częstotliwości od punktu 3' lub 4', jak przedstawiono na fig. 5.

Działanie członu C rozpoczyna się przez odblokowanie bramki 21 z układu sterującego 17 przez połączenie 92, 93, w chwili t'_3 lub t'_4 . Pozostaje jeszcze wtedy blokowanie przez układ sterujący 18 połączeniem 94.

Przez wybranie w układzie selekcji harmonicznych 48 trzeciej cyfry żądanej częstotliwości, zostaje wybrana nowa częstotliwość nośna F_{H3} spośród częstotliwości doprowadzonych połączeniem 73, 94 z dekadowego stopnia dzielącego 44. Częstotliwość F_{H3} zostaje połączeniem 95 doprowadzona do mieszacza 40. Zniknie wówczas napięcie wyjściowe na filtrze trzeciej pośredniej częstotliwości 41, o ile było skutkiem poprzedniego nastrojenia i tym samym zniknie stałe napięcie wytworzone w prostowniku 15, przez co przedstawia się układ sterujący 18, który odblokowuje wtedy i otwiera bramkę 21.

Podobnie jak dla poprzednich członów, ciąg impulsów z dekadowego stopnia dzielącego 45 przez połączenie 53, 96, uruchamia poprzez bramkę 21 i połączenie 97 generator napięcia schodkowego 24. Generator ten wytwarza napięcie stałe narastające schodkowo i wywołuje przez połączenie 98, tłumik 27 i połączenie 99, 59, podobne schodkowe zmiany częstotliwości generatora 1. Wielkość schodków jest tak dobrana, że umożliwia przestrajanie generatora 1 w granicach niedokładności nastrojenia przez człon B $\pm \Delta F_2$, to jest do zakresu $2\Delta F_2$. Oddziaływanie członu C rozpoczyna się od chwili t_3 lub t_4 , względnie t'_3 lub t'_4 , zakończenia pracy drugiego etapu i umożliwiające jest dzięki kasowaniu napięcia wyjściowego generatora napięcia schodkowego 24 członu C na połowę wytwarzanego napięcia stałego, w chwili rozpoczęcia pracy przez człon B, to jest w chwili t_2 lub t'_2 , co odpowiada punktowi 2 na fig. 3, względnie 2' na fig. 4.

W ten sposób przy nastrojeniu przez człon B, uwzględniony jest wpływ początkowego napięcia na członie C, po skasowaniu w chwili t_2 lub t'_2 , Kasowanie przeprowadza się przez podanie ciągu impulsów z dekadowego stopnia dzielącego 44 przez połączenie 73, 74, 100, bramkę 35 i połączenie 101. Bramka 35 jest sterowana z układu sterowniczego 17 przez połączenie 102 i otwarta jest jedynie podczas pracy członu B. Schodkowo zmieniająca się częstotliwość generatora synchronizowanego 1 jest doprowadzona poprzez separator 49, połączenie 60, mieszacz 36, filtr 37, połączenie 81, mieszacz 38 (w drugim stopniu układu mieszającego 3), filtr 39, połączenie 103, do mieszacza 40 (w trzecim stopniu układu mieszającego 3).

W przypadku przedstawionym na fig. 5, dodatkni przyrost napięcia podawanego na generator synchronizowany 1 powoduje dodatni przyrost jego częstotliwości (oraz częstotliwości pośrednich F_{p1} , F_{p2} i F_{p3}) i oddala ją od częstotliwości żądanej F_{g2} . Jak przedstawiono na fig. 5, częstotliwość F_{p2B} rośnie do wartości $F_{p2B} + \Delta F_{2\max}$, po czym skokiem maleje do wartości $F_{p2B} - \Delta F_{2\max} < F_{p2z}$ i znów narasta do żądanej wartości F_{p2z} . W okresie początkowego oddalania się częstotliwości generatora 1 od żądanej częstotliwości F_{g2} , przy zmianie częstotliwości pośredniej od F_{p2B} do $F_{p2B} + \Delta F_{2\max}$, wzrost F_{p2} może spowodować wyjście tej częstotliwości z pasma przepuszczania filtru 39, co mogłoby spowodować przestawienie układu sterującego 17, otwarcie bramki 20 i zadziałanie generatora napięcia schodkowego 23. Zniweczyłoby to korektę nastrojenia dokonaną przez człon B. Dla zapobieżenia temu, po zakończeniu działania członu B, gdy układ sterujący 17 zamyka przez połączenie 66 bramkę 20 i jednocześnie przez połączenie 92, 93 otwiera bramkę 21 w członie C, otwiera również przez połączenie 92, 104 bramkę 32. Ciąg impulsów z dekadowego stopnia dzielącego 44, przez połączenie 73, 74, 75, 105, bramkę 32 i połączenie 106, przedstawia układ pamięciowy 29, który z kolei przez połączenie 107 blokuje bramkę 20 w członie B. Bramka 20 jest za tym zamknięta niezależnie od istnienia częstotliwości F_{p2} na filtrze 39. Trwa to tak długo, aż zakończy się działanie członu C i na wyjściu filtru 41, w chwili t_5 lub t'_5 , powstanie trzecia częstotliwość pośrednia F_{p3C} , według zależności:

$$F_{p3C} = F_{p2C} - F_{H3} \quad (5)$$

gdzie: F_{H3} — trzecia częstotliwość nośna,
 F_{p3C} i F_{p2C} — pierwsza i druga częstotliwość pośrednia po skorygowaniu przez człon C.

Częstotliwość F_{p3C} poprzez połączenie 108 i układ progowo-ograniczający 12 doprowadzona jest do prostownika 15. Napięcie stałe z prostownika 15 przez połączenie 109 przedstawia układ sterujący 18, który przez połączenie 94 zamyka bramkę 21. Bramka 21 odcina dostęp impulsów z dekadowego stopnia dzielącego 45 i generator napięć schodkowych 24 przestaje pracować, co powoduje natychmiastowe zatrzymanie narastania napięcia schodkowego na wyjściu członu C i wstrzymanie zmian częstotliwości generatora 1. Również w chwili t_5 lub t'_5 , układ sterujący 18 otwiera przez połącze-

nie 110 bramkę 33 i ciąg impulsów z dekadowego stopnia dzielącego 44, przez połączenie 73, 74, 75, 76, 111, bramkę 33 oraz połączenie 112, przedstawia układ pamięciowy 29, który przestaje blokować dodatkowo bramkę 20. Ponieważ filtr środkowo-przepustowy 41 posiada szerokość pasma przepuszczanych częstotliwości ΔF_3 , w takim paśmie może się mieścić wytworzona trzecia pośrednia częstotliwość F_{p3C} oraz częstotliwość generatora 1, uzyskana po nastrojeniu przez człon C. Przedstawione to jest na fig. 5, gdzie zamknięcie bramki 21 może nastąpić w przedziale czasowym od t_5 do t'_5 , i odpowiednio do tego uzyskane częstotliwości pośrednie F_{p1C} , F_{p2C} i F_{p3C} , mogą się mieścić w przedziale od punktu 5 do 5'.

Ponieważ częstotliwość nośna F_{H_3} nastawia się w układzie selekcji harmonicznym 48 co 1 kHz, odpowiednio do nastawiania jednostek kHz żądanej częstotliwości generatora 1, za tym niedokładność nastrojenia zmniejszy się do wartości wyrażonej zależnością:

$$F_{gC} = F_{gz} \pm \Delta F_3 \quad (6)$$

gdzie: F_{gC} — częstotliwość generatora 1 po skorygowaniu przez człon C,

F_{gz} — żądana częstotliwość generatora,

$\Delta F_3 \approx 1$ kHz, jest szerokością pasma przepuszczania filtru 41.

Po zakończeniu strojenia generatora 1 przez człon C, układu automatycznego strojenia 2, zaczyna działać dyskryminator fazy 5, który porównuje trzecią wytworzoną pośrednią częstotliwość F_{p3} , doprowadzoną z filtru 41, przez połączenie 113, układ ograniczająco-filtrujący 4 i połączenie 114, z wzorcową częstotliwością odniesienia, otrzymaną ze stopnia dzielącego 44, przez połączenie 73, 115, układ powielający 8 i połączenie 116.

Wytworzony w dyskryminatorze 5 sygnał kontrolny doprowadza się przez połączenie 117, filtr korekcyjny 9 i połączenie 118 do generatora synchronizowanego 1. Sygnał kontrolny oddziałuje na element strojony generatora 1, w przykładzie wykonania na diodę pojemnościową i doprowadza częstotliwość generatora F_{gC} , uzyskaną po nastrojeniu przez człon C, do synchronizmu z częstotliwością odniesienia, to jest do zredukowania odchylenia ΔF_3 do zera, czyli: $F_{gC} = F_{gz}$.

Generator wielkiej częstotliwości może być również nastrajany przez układ automatycznego strojenia za pomocą schodkowo-malejącego napięcia stałego.

Sposób będący przedmiotem wynalazku, przedstawiony w przykładzie wykonania dla trójczłonowego układu automatycznego strojenia, może być zastosowany po rozbudowie lub zawężeniu zakresu strojenia, jako jedno- lub dowolny wieloetapowy sposób automatycznego strojenia synchronizowanego generatora wielkiej częstotliwości.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób automatycznego strojenia generatora synchronizowanego wielkiej częstotliwości, oparty na zastosowaniu znanej metody wywoływania zmian częstotliwości obwodów rezonansowych przez oddziaływanie napięcia lub

prądu stałego na elementy strojone obwodów, **znamienny tym**, że do obwodów rezonansowych generatora synchronizowanego doprowadza się z układu automatycznego strojenia schodkowo-narastające lub malejące napięcie stałe, ustalające żadaną częstotliwość generatora synchronizowanego do wartości z zakresu chwytania synchronizacji przez dyskryminator.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że schodkowo-narastające napięcie stałe doprowadza się do obwodów rezonansowych synchronizowanego generatora kolejno z członów układu automatycznego strojenia dopiero po ustaleniu na wyjściu członu poprzedniego wartości napięcia stałego, odpowiadającej zakresowi częstotliwości, właściwego dla pracy tego członu, filtru pośredniej częstotliwości.
3. Sposób według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że przy uruchomieniu członu układu automatycznego strojenia, doprowadza się do generatora synchronizowanego, z wyjścia członu następnego, napięcie stałe o wielkości równej połowie największej wartości wysyłanego przez ten człon napięcia stałego.
4. Sposób według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że w czasie pracy kolejnego członu układu automatycznego strojenia, poprzedni człon układu jest blokowany, a po zakończeniu pracy odblokowywany.
5. Układ do stosowania sposobu według zastrz. 1—4, **znamienny tym**, że w członie (A, B, C) układu automatycznego strojenia (2) ma generator napięcia schodkowego (22, 23, 24), połączony z bramką (19, 20, 21), do której jest doprowadzany ciąg impulsów ze stopnia dzielącego (45) w układzie dzielącym (7) oraz napięcie sterujące z układu sterującego (16, 17, 18), połączonych poprzez układ progowo-ograniczający (10, 11, 12) i prostownik (13, 14, 15) z układem mieszającym (3), do którego doprowadzone jest napięcie nastrajanej częstotliwości z generatora synchronizowanego (1) oraz wzorcowej częstotliwości odniesienia z układu dzielącego (7) poprzez układ selekcji harmonicznym (46, 47, 48).
6. Układ według zastrz. 5, **znamienny tym**, że ma w członie (B, C) układu automatycznego strojenia (2) bramkę (34, 35), połączoną z generatorem napięcia schodkowego (23, 24), do której, przy rozpoczynaniu pracy członu poprzedniego (A, B), doprowadzany jest ciąg impulsów ze stopnia dzielącego (44) w układzie dzielącym (7).
7. Układ według zastrz. 5, **znamienny tym**, że ma w członie (A, B) układu automatycznego strojenia (2) dołączony do bramki (19 lub 20) układ pamięciowy (28 lub 29), połączony z bramką (30 lub 32), do której w czasie pracy członu (B lub C) doprowadzony jest ze stopnia dzielącego (44) ciąg impulsów, który po zakończeniu pracy członu, doprowadzony jest do połączonej z układem pamięciowym (28 lub 29) bramki (31 lub 33).

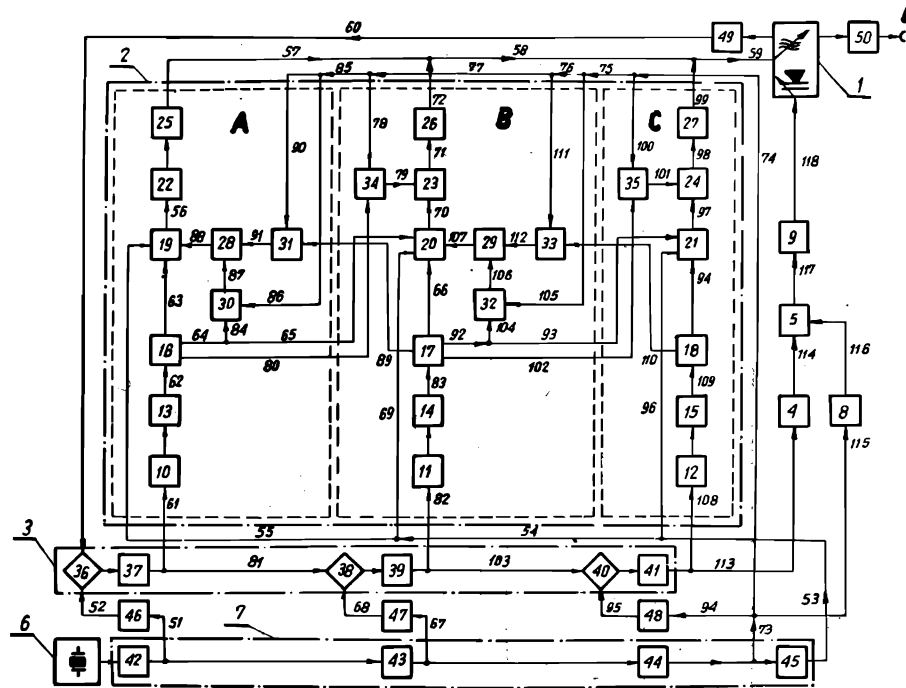


Fig. 1

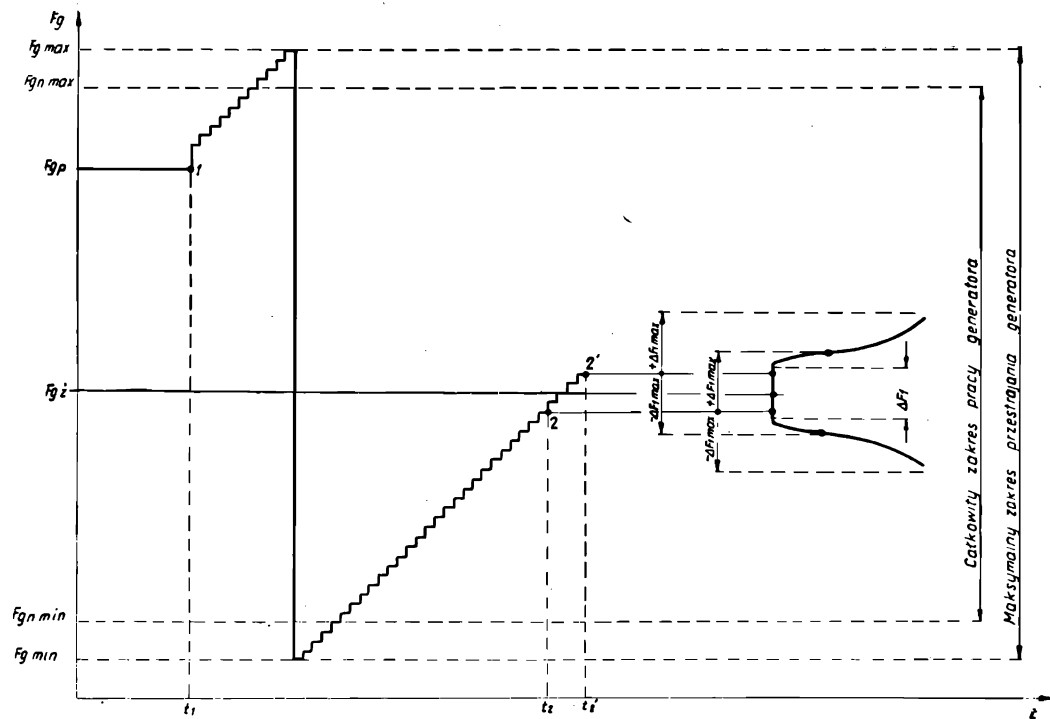


Fig. 2

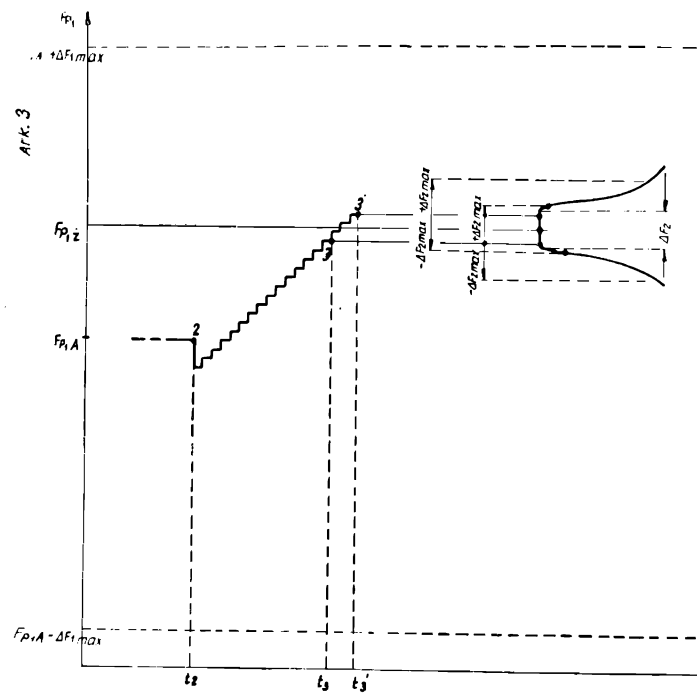


Fig.3

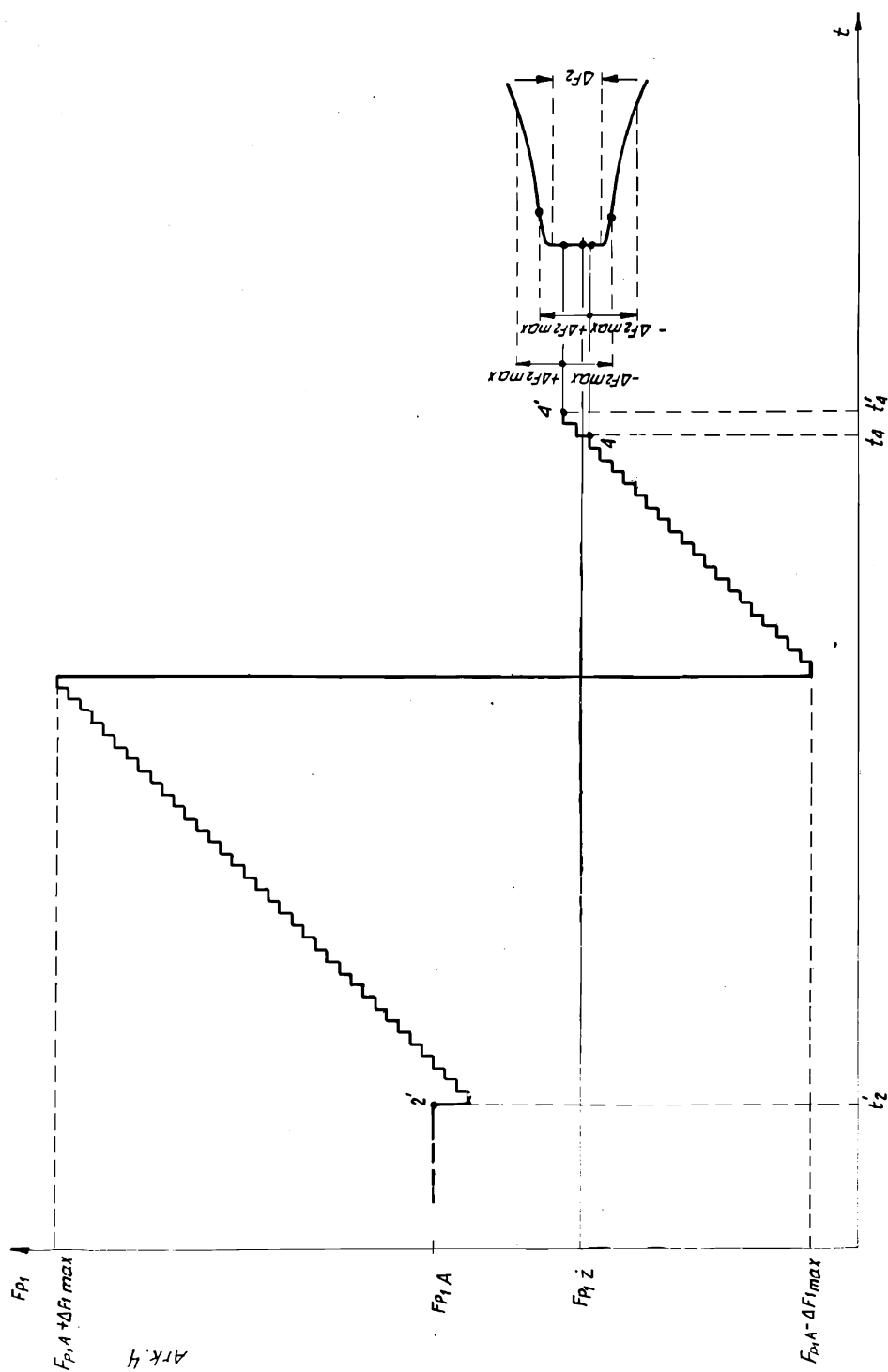


Fig. 4.

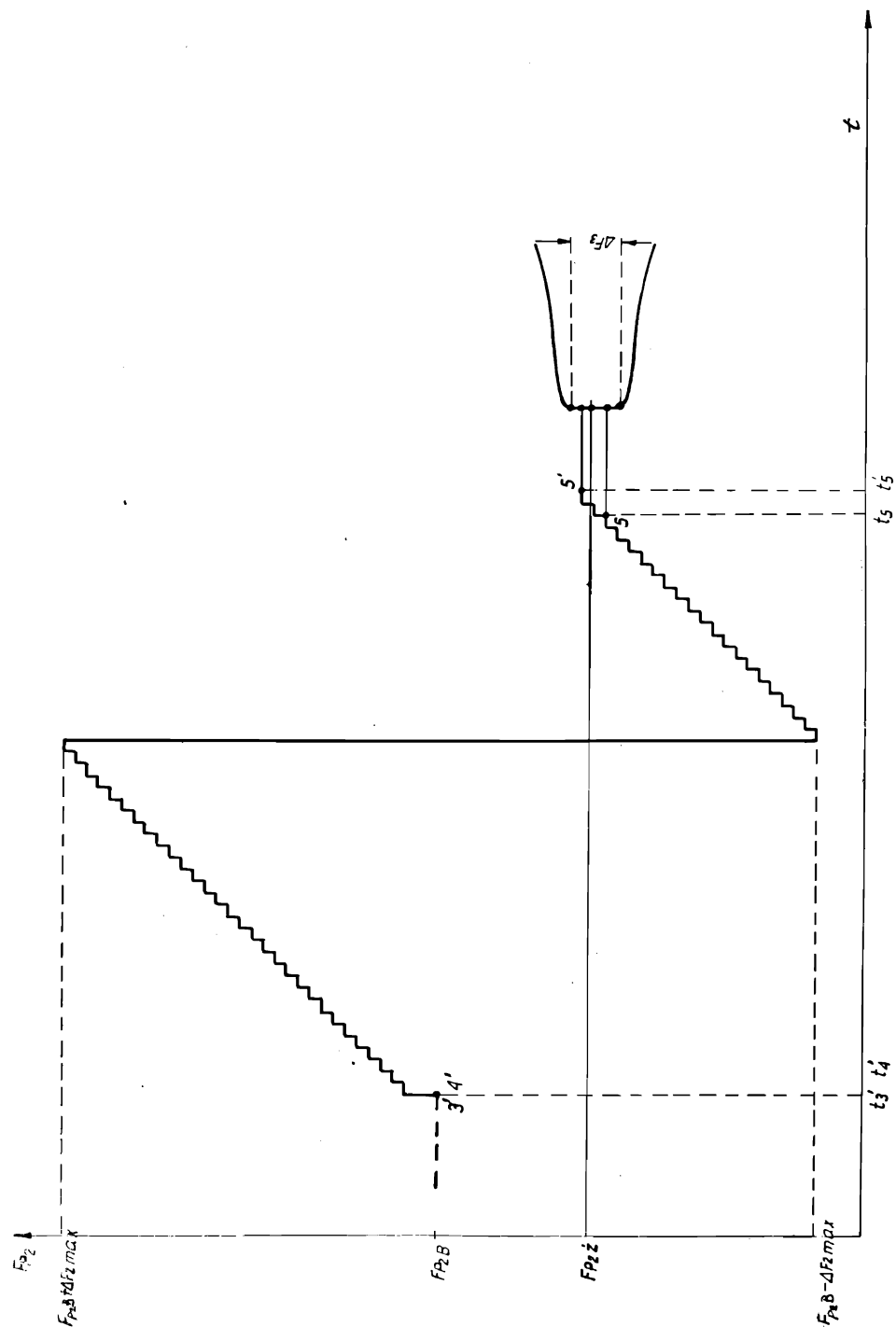


Fig. 5