



Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr ———

Int. Cl.³ G01N 24/08
H01J 49/26

Zgłoszono: 07.05.81 (P. 231060)

Pierwszeństwo ———

Zgłoszenie ogłoszono: 15.03.82

Opis patentowy opublikowano: 25.10.1984

Twórcy wynalazku: Marian Kloza, Andrzej Francik

Uprawniony z patentu tymczasowego: Politechnika Wrocławska,
Wrocław (Polska)

Układ kompensujący sygnał mikrofonowania rezonatora pomiarowego w spektrometrze rezonansu magnetycznego

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest układ kompensujący sygnał mikrofonowania rezonatora pomiarowego w spektrometrze rezonansu magnetycznego, powstający w wyniku niepożądanych drgań mechanicznych rezonatora pomiarowego pod wpływem oddziaływania prądów modulujących, płynących w elementach rezonatora, przeznaczony zwłaszcza do pracy w spektrometrach rezonansu magnetycznego z podwójną modulacją stałego pola magnetycznego.

Stan techniki. Sygnał mikrofonowania, pojawiający się w sygnale wyjściowym toru odbiorczego spektrometru, jest niepożądany, gdyż pogarsza dokładność i wierność odwzorowania sygnałów rezonansu magnetycznego badanych próbek. Znany układ kompensujący sygnał mikrofonowania rezonatora pomiarowego w spektrometrze rezonansu magnetycznego składa się z układu przełączającego, układu pamięci i sumatora. Stosowanie znanego układu wymaga dwóch kolejnych cykli pracy spektrometru, w tym jednego z wyeliminowanym, przez usunięcie badanej próbki z rezonatora pomiarowego, sygnałem użytecznym. W pierwszym cyklu pracy wyjście jednego z ogniw toru odbiorczego spektrometru połączone jest, poprzez układ przełączający, z wejściem układu pamięci, który zapamiętuje doprowadzony do niego sygnał. W drugim cyklu pracy, wyjście jednego z ogniw toru odbiorczego, połączone w pierwszym cyklu z wejściem układu pamięci, połączone jest poprzez układ przełączający z jednym z dwu wejść sumatora, którego drugie wejście połączone jest z wyjściem układu pamięci. Wyjście sumatora, na którym w drugim cyklu pracy pojawia się różnica sygnałów wejściowych sumatora, połączone jest z wejściem następnego ogniw toru odbiorczego spektrometru.

Poprawne działanie znanego układu ograniczone jest do przypadków, w których sygnał mikrofonowania ma identyczny przebieg w obu cyklach pracy. Czas potrzebny do uzyskania sygnału wyjściowego pozbawionego częściowo sygnału mikrofonowania jest dwukrotnie dłuższy od czasu uzyskania sygnału wyjściowego bez kompensacji sygnału mikrofonowania. Konieczność wykonywania przy każdorazowym badaniu próbek dwóch cykli pracy utrudnia posługiwanie się spektrometrem, zwiększając liczbę niezbędnych operacji. W znanym układzie występują trudności w osiągnięciu odpowiedniej synchronizacji przebiegów uzyskiwanych w obu cyklach, niezbędnej do poprawnego odejmowania obu przebiegów, a ponadto układ cechuje skomplikowana konstrukcja przez co niezawodność całego spektrometru znacznie maleje.

Istota wynalazku. Wynalazek dotyczy układu kompensującego sygnał mikrofonowania rezonatora pomiarowego w spektrometrze rezonansu magnetycznego zawierającego sumator posiadający dwa wejścia, z których jedno dołączone jest do wejścia jednego z ogniw toru odbiorczego spektrometru i którego wyjście dołączone jest do wejścia następnego ogniwa toru odbiorczego spektrometru.

Istota wynalazku polega na wyposażeniu układu w człon mnożący, którego jedno wejście połączone jest z wyjściem modulatora stałego pola magnetycznego spektrometru, korzystnie poprzez człon dopasowujący, a drugie wejście członu mnożącego jest połączone, korzystnie poprzez drugi człon dopasowujący, z przetwornikiem indukcji stałego pola magnetycznego spektrometru. Wyjście członu mnożącego jest połączone z drugim wejściem sumatora, korzystnie poprzez układ kształtujący, minimalizujący różnice między przebiegami czasowymi i wartościami chwilowymi sygnałów podawanych na wejścia sumatora. Korzystne jest wykorzystanie czujnika hallotronowego jako elementu spełniającego rolę zarówno członu mnożącego, jak i przetwornika indukcji stałego pola magnetycznego, w wyniku czego budowa układu jest prostsza. W takim przypadku obwód prądowy czujnika hallotronowego jest zasilany częścią prądu modulacyjnego, a sygnał napięciowy czujnika jest podawany do sumatora. Ponadto rolę przetwornika indukcji może spełniać którykolwiek z podzespołów wchodzących w skład stabilizatora pola magnetycznego spektrometru, w wyniku czego eliminuje się przetwornik indukcji jako dodatkowy element konstrukcyjny układu kompensującego sygnał mikrofonowania.

Główną zaletą układu zgodnego z wynalazkiem jest możliwość zmniejszenia poziomu sygnału mikrofonowania w sygnale wyjściowym spektrometru na bieżąco, oznaczająca dwukrotne skrócenie czasu potrzebnego do uzyskania sygnału wyjściowego pozbawionego częściowo sygnału mikrofonowania, w porównaniu z odpowiednim czasem potrzebnym przy użyciu znanego układu.

Wynika ona z osiągnięcia, dzięki zastosowaniu symulatora sygnału mikrofonowania, stanu pracy spektrometru, w którym na wejściach sumatora istnieją jednocześnie: sygnał wyjściowy jednego z ogniw toru odbiorczego spektrometru zawierający sygnał mikrofonowania i wysymulowany sygnał mikrofonowania. Jednocześnie występowania na wejściach sumatora odejmowanych przebiegów eliminuje istniejącą w znanym układzie potrzebę ich synchronizacji, jak również potrzebę zapamiętywania jednego z nich przed odejmowaniem. Dzięki temu konstrukcja układu jest nieskomplikowana a liczba niezbędnych operacji, w porównaniu z liczbą niezbędnych operacji przy użyciu dotychczas znanego układu jest o wiele mniejsza.

Objaśnienie figur rysunku. Przedmiot wynalazku jest objaśniony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu kompensującego sygnał mikrofonowania rezonatora pomiarowego w spektrometrze rezonansu magnetycznego wraz z torem odbiorczym, stabilizatorem pola, modulatorem i torem mikrofalowym spektrometru, fig. 2 — schemat blokowy układu kompensującego sygnał mikrofonowania, w którym rolę członu mnożącego i przetwornika indukcji spełnia czujnik hallotronowy, a fig. 3 — schemat blokowy układu kompensującego sygnał mikrofonowania, w którym rolę przetwornika indukcji spełnia czujnik pola stabilizatora pola magnetycznego elektromagnesu spektrometru.

Przykłady realizacji wynalazku. P r y k ł a d I. Układ kompensujący sygnał mikrofonowania składa się z mnożącego członu 1, którego jedno wejście jest połączone poprzez dopasowujący człon 2 z bocznikiem 3, a drugie wejście, poprzez drugi dopasowujący człon 4, z wyjściem przetwornika 5 indukcji stałego pola magnetycznego na sygnał elektryczny. Wyjście mnożącego członu 1 jest połączone poprzez kształtujący układ 6 z jednym wejściem sumatora 7. Tak zbudowany układ kompensujący sygnał mikrofonowania jest zastosowany w spektrometrze rezonansu magnetycznego z podwójną modulacją stałego pola magnetycznego wewnątrz rezonatora pomiarowego. Pomiarowy rezonator 8 spektrometru jest umieszczony pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu, wchodzącego w skład stabilizatora 9 pola magnetycznego, a ponadto jest wyposażony w modulacyjne cewki 10, służące do modulacji indukcji składowej stałej pola magnetycznego wewnątrz pomiarowego rezonatora 8. Modulacyjne cewki 10 są połączone szeregowo z bocznikiem 3 i zasilane prądem I z modulatora 11 stałego pola magnetycznego.

Pomiarowy rezonator 8 jest połączony z jednym wrotem trójwrotowego cyrkulatora 12, którego drugie wroto jest połączone z wyjściem mikrofalowego generatora 13, a trzecie — z wyjściem mikrofalowego detektora 14. Energia mikrofalowa jest propagowana w cyrkulatorze 12

od wrota połączonego z mikrofalowym generatorem 13, poprzez wrota połączone z pomiarowym rezonatorem 8, do wrota połączonego z mikrofalowym detektorem 14. Wyjście mikrofalowego detektora 14 jest połączone z odbiorczym torem 15, zawierającym N ogniw połączonych kaskadowo. Między kolejne ogniwa K , $K+1$ odbiorczego toru 15 jest włączony sumator 7 układu kompensującego sygnał mikrofonowania, przy czym wyjście ogniwa K jest połączone z wejściem sumatora 7, a wejście ogniwa $K+1$ jest połączone z wyjściem sumatora 7. Przetwornik 5 indukcji stałego pola magnetycznego jest umieszczony w pobliżu pomiarowego rezonatora 8, pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu stabilizatora 9.

Działanie układu kompensującego sygnał mikrofonowania jest następujące. Część wyjściowego prądu I modulatora 11 jest doprowadzana do dopasowującego członu 2, w którym wartość tego prądu jest dopasowana do wartości koniecznej dla poprawnej pracy mnożącego członu 1. Wyjściowy sygnał U_1 dopasowującego członu 2 jest wprost proporcjonalny do amplitudy wyjściowego prądu I modulatora 11. Sygnał wyjściowy przetwornika 5 indukcji wprost proporcjonalny do indukcji B stałego pola magnetycznego, w którym jest umieszczony przetwornik 5, jest podawany do drugiego dopasowującego członu 4. Wyjściowy sygnał U_2 tego członu 4 jest wprost proporcjonalny do indukcji B stałego pola magnetycznego. Sygnały U_1 , U_2 są podawane na wejścia mnożącego członu 1, w wyniku czego jego sygnał wyjściowy jest wprost proporcjonalny do iloczynu amplitudy modulacyjnego prądu I i indukcji B stałego pola magnetycznego, a więc do sygnału mikrofonowania. W kształtującym układzie 6 minimalizowane są różnice pomiędzy przebiegami czasowymi i wartościami chwilowymi sygnału wyjściowego mnożącego członu 1 i sygnału mikrofonowania S podawanego z odbiorczego toru 15 na drugie wejście sumatora 7. Wyjściowy sygnał U_k kształtującego układu 6 jest więc wysymulowanym sygnałem mikrofonowania, który jest odejmowany w sumatorze 7 od rzeczywistego sygnału mikrofonowania S , będącego jednym ze składników sygnału wyjściowego ogniwa K odbiorczego toru 15. Poziom sygnału mikrofonowania w sygnale wyjściowym sumatora 7, podawanym do następnego ogniwa $K+1$ odbiorczego toru 15, ulega znacznemu zmniejszeniu. W wyniku tego, w wyjściowym sygnale U_w spektrometru, zawartość sygnału mikrofonowania rezonatora pomiarowego jest znikoma. Parametry bocznika 3, dopasowujących członów 2, 4 i kształtującego układu 6 są dobierane jednorazowo, przy uruchomieniu układu. Ewentualna zmiana tych parametrów ma miejsce w przypadku zmian parametrów podzespołów spektrometru, mających wpływ na wartość współczynnika proporcjonalności między sygnałem mikrofonowania a iloczynem modulacyjnego prądu I i indukcji B stałego pola magnetycznego. Zmiany tych parametrów są jednak niewielkie i mają charakter długookresowy.

Przykład II. Układ kompensujący sygnał mikrofonowania zawiera hallotronowy czujnik 16 umieszczony w pobliżu pomiarowego rezonatora 8, między nabiegunnikami elektromagnesu stabilizatora 9 pola magnetycznego. Zaciski prądowe hallotronowego czujnika 16 są połączone z bocznikiem 3 włączonym między wyjście modulatora 11 stałego pola magnetycznego a modulacyjne cewki 10 rezonatora 8. Wyjście napięciowe hallotronowego czujnika 16 jest połączone poprzez kształtujący układ 6 z jednym wejściem sumatora 7, który jest włączony w odbiorczy tor 15 spektrometru identycznie jak opisano w przykładzie pierwszym. W tak zbudowanym układzie hallotronowy czujnik 16 spełnia rolę zarówno członu mnożącego, jak i przetwornika indukcji stałego pola magnetycznego na sygnał elektryczny, co prowadzi do uproszczenia konstrukcji układu.

Przykład III. Układ kompensujący sygnał mikrofonowania, przedstawiony na fig. 3, jest zbudowany analogicznie jak opisano w przykładzie pierwszym, z tą różnicą, że zamiast przetwornika 5 indukcji stałego pola magnetycznego wykorzystuje się jeden z podzespołów stabilizatora 9 pola magnetycznego. Stabilizator 9 składa się z elektromagnesu 17, zasilanego przez zasilacz 18, który jest sterowany sygnałem z pętli sprzężenia zwrotnego, zawierającej czujnik 19 pola magnetycznego wytwarzanego przez elektromagnes 17, odbiornik 20 sygnału z czujnika 19, sumator 21, do którego jest dołączony zadajnik 22 indukcji B pola elektromagnesu 17 i sterujący człon 23. Każdy z sygnałów wyjściowych poszczególnych podzespołów stabilizatora 9 jest wprost proporcjonalny do indukcji B stałego pola magnetycznego i może być wykorzystany do wytworzenia wysymulowanego sygnału U_k mikrofonowania. W tym celu wejście drugiego dopasowującego członu 4 jest połączone z wyjściem jednego z podzespołów 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, stabilizatora 9, na przykład z wyjściem czujnika 19 pola magnetycznego elektromagnesu 17.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ kompensujący sygnał mikrofonowania rezonatora pomiarowego w spektrometrze rezonansu magnetycznego, zawierający sumator, którego jedno wejście jest połączone z wyjściem ogniwa toru odbiorczego spektrometru, a wyjście sumatora jest połączone z wejściem następnego ogniwa toru odbiorczego spektrometru, **znamienny tym**, że jest wyposażony w mnożący człon (1), którego jedno wejście jest połączone z wyjściem modulatora (11) stałego pola magnetycznego spektrometru, korzystnie poprzez dopasowujący człon (2), a drugie wejście mnożącego członu (1) jest połączone, korzystnie poprzez drugi dopasowujący człon (4), z przetwornikiem (5) indukcji umieszczonym w stałym polu magnetycznym spektrometru, natomiast wyjście mnożącego członu (1) jest połączone z drugim wejściem sumatora (7), korzystnie poprzez kształtujący układ (6).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mnożący człon (1) i przetwornik (5) indukcji stałego pola magnetycznego są wykonane w postaci hallotronowego czujnika (16), którego zaciski prądowe są połączone z wyjściem modulatora (11) stałego pola magnetycznego, a zaciski napięciowe z sumatorem (7).

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przetwornik (5) indukcji stałego pola magnetycznego stanowi jeden z podzespołów (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23) stabilizatora (9) pola magnetycznego spektrometru.

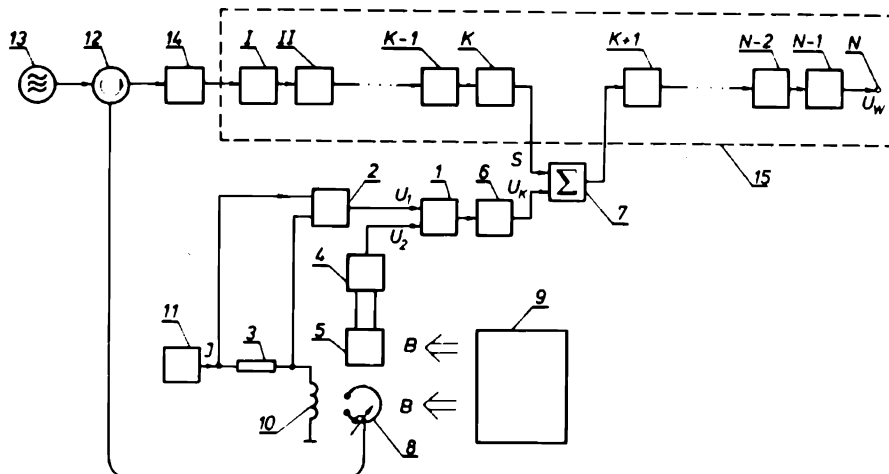


Fig. 1

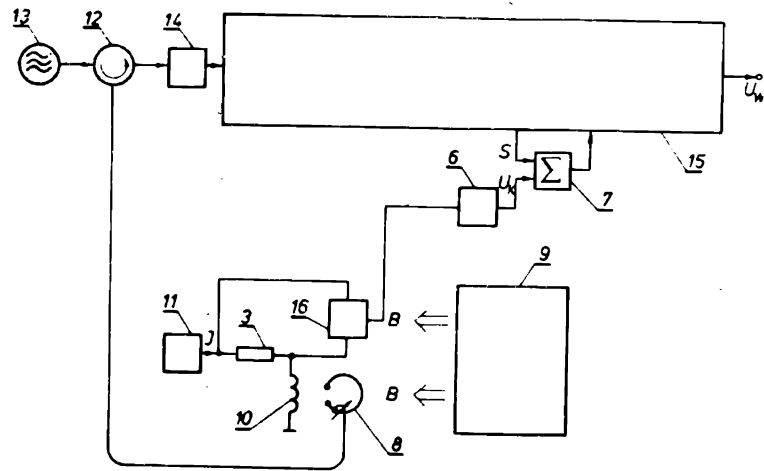


Fig. 2

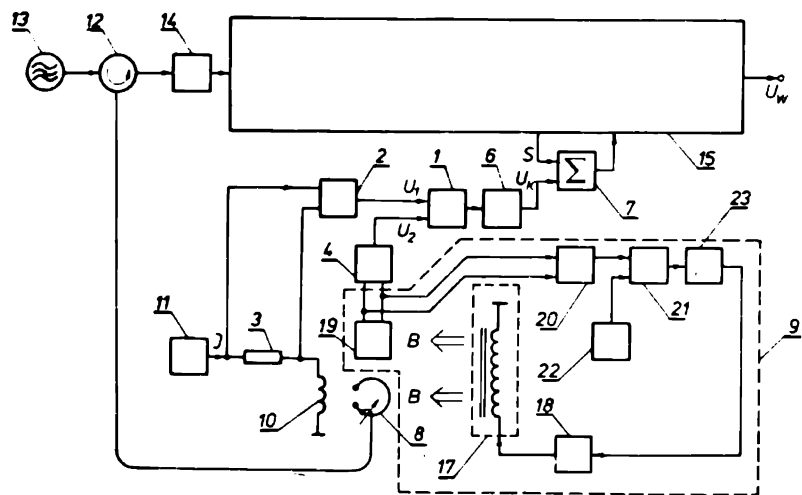


Fig. 3