

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

89418

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 28.06.1974 (P. 172277)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 02.07.1975

Opis patentowy opublikowano: 30.08.1977

MKP G01r 29/08
G01r 23/00

Int. Cl.² G01R 29/08

CZYTELNIĄ

Urząd Patentowy
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Zygmunt Krawczyk, Cezary Lichodziejski, Jan
Każmierski, Krzysztof Kunachowicz

Uprawniony z patentu: Instytut Lotnictwa, Warszawa (Polska)

Analizator widma

1

Przedmiotem wynalazku jest analizator widma, umożliwiający automatyczny pomiar widmowej gęstości mocy pola elektromagnetycznego, a szczególnie pola elektromagnetycznego w przestrzeni kosmicznej z pokładu sztucznego satelity Ziemi.

Znane analizatory widmowej gęstości mocy pola elektromagnetycznego składają się z anteny pomiarowej, przestrajanego odbiornika sygnałów elektrycznych i miernika mocy. Ze względów technicznych analizator przeznaczony do zdalnego pomiaru z pokładu sztucznego satelity Ziemi jest wyposażony w antenę pomiarową, która daje się w możliwie prosty sposób rozwijać na orbicie. Właściwości takie ma antena dipolowa. Ponieważ pojedynczy dipol posiada kierunkową charakterystykę odbiorczą, to satelitarny analizator należy wyposażać w dwa ortogonalne dipole — w przypadku gdy satelita jest orientowany lub w trzy wzajemnie ortogonalne dipole — gdy satelita nie jest orientowany. W obu jednak rozwiązaniach chwilowa wartość sygnału indukowanego w poszczególnym dipolu zależy zarówno od chwilowej wartości natężenia pola jak i od jego chwilowej polaryzacji i może się zmieniać praktycznie o kilka rzędów wielkości. Z wymienionych powodów pomiar może być zrealizowany dla każdej składowej pola oddzielnie za pomocą analizatora z automatycznie przełączanym zakresem pomiarowym lub analizatora z nieliniową charakterystyką wzmocnienia.

2

Stosowany aktualnie w analizatorach widma przestrajany odbiornik to przestrajany filtr pasmowy lub superheterodyna. W pierwszym przypadku częstotliwość środkowa filtru pasmowego jest przestrajana w pożądanym zakresie widma, natomiast w drugim przypadku pożądané widmo przechodzi przez filtr pasmowy o ustalonej częstotliwości środkowej. Ze względów technicznych pierwsze rozwiązanie jest często stosowane w zakresie mikrofalowym i akustycznym, natomiast drugie — w zakresie radiowym. Superheterodyna analizatora składa się zasadniczo z mieszacza, heterodyny, wzmacniacza pośredniej częstotliwości i detektora kwadratowego, przy czym wejście sygnałowe mieszacza jest połączone z anteną dipolową, a drugie wejście mieszacza — z wyjściem heterodyny, natomiast wyjście mieszacza — z wejściem detektora kwadratowego poprzez wzmacniacz pośredniej częstotliwości. W rezultacie mierzony sygnał jest podawany na wejście sygnałowe mieszacza, a sygnał heterodyny — na drugie wejście mieszacza, natomiast kombinowany sygnał z wyjścia mieszacza — na wejście detektora kwadratowego poprzez wzmacniacz pośredniej częstotliwości. W celu poprawienia właściwości metrologicznych analizator może być wyposażony w szereg dodatkowych członów, a przede wszystkim w transformator impedancji i filtr dolnoprzepustowy, które są połączone łańcuchowo w ten sposób, że wejście transformatora impedancji jest połączone z wyjściem dipola, a

wyjście filtra dolnoprzepustowego — z wejściem sygnałowym mieszacza. W rezultacie mieszany sygnał jest podawany na wejście sygnałowe mieszacza poprzez transformator impedancji i filtr dolnoprzepustowy. Ponadto również ze względów metrologicznych analizatory widma są zwykle wyposażone w układy które służą do wzorcowania analizatora w częstotliwości i w poziomie, przy czym nie ma generalnej zasady wzajemnego ich powiązania z pozostałymi członami analizatora.

Tradycyjne analizatory z automatycznie przełączanym zakresem pomiarowym lub analizatory z nieliniową charakterystyką wzmocnienia nie mogą być zastosowane na pokładzie satelity do pomiaru poszczególnych składowych natężenia pola elektromagnetycznego, ponieważ musiałyby mieć układ sterowania automatycznie przełączający zakres pomiarowy lub regulujący współbieżnie wzmocnienie wszystkich analizatorów. Pierwsze rozwiązanie nie może być brane pod uwagę ze względów na ciężar, rozmiary i pobór mocy, natomiast drugie rozwiązanie w zasadzie sprowadza się do opracowania nowego analizatora.

Analizator widma według wynalazku zawiera trzy tory pomiarowe — składające się z łańcuchowo połączonych transformatora impedancji, filtra dolnoprzepustowego, odbiornika superheterodynowego i detektora — połączone na wejściu z ortogonalnie ustawionymi dipolami, zaś na wyjściu — z sumatorem, którego wyjście jest połączone z odbiornikami superheterodynowymi i systemem telemetrycznym. Ponadto analizator zawiera układ sterowania sterujący systemem telemetrycznym, heterodyną i układami wzorcowania w częstotliwości i w poziomie, przy czym heterodyna jest połączona z odbiornikami superheterodynowymi, a układy wzorcowania — z filtrami dolnoprzepustowymi.

Analizator widma według wynalazku umożliwia jednoczesny automatyczny pomiar widmowej gęstości mocy pola elektromagnetycznego. Dokładność pomiaru widmowej gęstości mocy pola za pomocą takiego analizatora, przy zachowaniu warunku stabilnej pracy odbiorników zależy praktycznie od dokładności układu wzorcowania w częstotliwości i układu wzorcowania w poziomie oraz od dokładności systemu telemetrycznego.

Istota wynalazku jest pokazana w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy automatycznego analizatora widma, z fig. 2 — usytuowanie wzajemne anten.

Analizator ten składa się z trzech torów pomiarowych **X**, **Y**, **Z**, sumatora **S**, heterodyny **H**, układu sterowania **US**, układu wzorcowania w częstotliwości **UWF** oraz układu wzorcowania w poziomie **UWP**. Każdy tor pomiarowy **X**, **Y**, **Z**, składa się z łańcuchowo połączonych: transformatora impedancji **TI**, filtra dolnoprzepustowego **FD**, odbiornika superheterodynowego **O** i detektora kwadratowego **DK**. Wyjście każdego detektora kwadratowego **DK** jest połączone równolegle przez sumator **S** z wejściem automatycznej regulacji wzmocnienia każdego odbiornika **O** oraz z systemem telemetrycznym **ST**. Wyjście heterodyny **H** jest połączone równole-

gle z wejściem mieszacza każdego odbiornika **O**. Trzy wyjścia układu sterowania **US** są połączone odpowiednio z wejściem heterodyny **H** i wejściem systemu telemetrycznego **ST**, wejściem układu wzorcowania w poziomie **UWP** oraz wejściem układu wzorcowania w częstotliwości **UWF**. Wyjścia układów wzorcowania **UWF** i **UWP**, każde z osobna, jest połączone równolegle z dodatkowymi wejściami filtra dolnoprzepustowego **FD**.

Sygnał indukowany w trzech ortogonalnych dipolach **A_x**, **A_y** i **A_z** jest proporcjonalny odpowiednio do składowej **E_x**, **E_y** i **E_z** pola elektrycznego **E**. Transformator impedancji **TI** transformuje dużą i zmieniającą się w funkcji częstotliwości impedancję wyjściową skróconego dipola półfalowego na impedancję dopasowaną do impedancji wejściowej filtra dolnoprzepustowego **FD**. Dzięki temu sygnał podany na wejście każdego odbiornika superheterodynowego **O** jest proporcjonalny do sygnału indukowanego w odpowiednim dipolu. Automatycznie przestrajany odbiornik **O**, o stałym w funkcji częstotliwości paśmie przenoszenia, daje na wyjściu sygnał, który podany na detektor kwadratowy **DK**, daje na jego wyjściu napięcie proporcjonalne do mocy sygnałów, których częstotliwość leży w paśmie przenoszenia odbiornika **O**. Przy właściwym dobraniu dla konkretnego zastosowania szerokości pasma przenoszenia odbiornika **O**, napięcie wyjściowe detektora **DK** jest zależne od odpowiedniej składowej pola elektrycznego **E** w taki sposób, że napięcie na wyjściu sumatora **S** jest zależne od widmowej gęstości mocy pola elektromagnetycznego. Sygnał ten podany zwrotnie na wejście automatycznej regulacji wzmocnienia odbiornika **O** zależy wyłącznie od wartości pola **E**, nie zależąc od wartości poszczególnych jego składowych. To zapewnia, że napięcie na wyjściu sumatora **S** jest jednoznacznie zależne od widmowej gęstości mocy pola elektromagnetycznego.

Automatycznie przestrajana heterodyna **H** wybiera periodycznie w sposób ciągły w czasie i w częstotliwości pasma odbieranych przez odbiornik **O** częstotliwości. W rezultacie napięcie na wyjściu sumatora **S**, a więc sygnał na wyjściu systemu telemetrycznego **ST** zawiera informację o rozkładzie w czasie widmowej gęstości mocy sygnałów odbieranych. Natomiast informacje o chwilowej wartości częstotliwości środkowej pasma daje sygnał podawany z układu sterowania **US** na system telemetryczny **ST**.

Filtr dolnoprzepustowy **FD** tłumi wszystkie składowe widma leżące poza analizowanym zakresem częstotliwości, a ponadto umożliwia sprowadzenia na wejście odbiornika **O** zamiast sygnału z odpowiadającego mu dipola, sygnału z układu wzorcowania w częstotliwości **UWF** lub z układu wzorcowania w poziomie **UWP**. W ten sposób analizator zgodnie z programem zadany w układzie sterowania **US** przeprowadza automatycznie wzorcowanie torów pomiarowych w częstotliwości i w poziomie. Otrzymane w ten sposób informacje służą do analitycznego określenia bezwzględnej widmowej gęstości mocy analizowanego promieniowania pola elektromagnetycznego.

Zastrzeżenie patentowe

Analizator widma bazujący na jednotorowym analizatorze widma współpracującym z anteną dipolową i składającym się z łańcuchowo połączonych transformatora impedancji, filtru dolnoprzestupowego, odbiornika superheterodynowego z heterodyną i detektora kwadratowego, **znamienny tym**, że zawiera trzy tory pomiarowe (**X,Y,Z**) — składające się z łańcuchowo połączonych transformatora impedancji (**TI**), filtru dolnoprzestupowego (**FD**) odbiornika superheterodynowego (**O**) i de-

tektora kwadratowego (**DK**) — połączone na wejściu z otogonalnie ustawionymi dipolami (**A_x,A_y,A_z**), zaś na wyjściu — z sumatorem (**S**), którego wyjście jest połączone z odbiornikami superheterodynowymi (**O**) i systemem telemetrycznym (**ST**), a ponadto zawiera układ sterowania (**US**) sterujący systemem telemetrycznym (**ST**), heterodyną (**H**) oraz układami wzorcowania w częstotliwości (**UWF**) i w poziomie (**UWP**), przy czym heterodyna (**H**) jest połączona z odbiornikami superheterodynowymi (**O**), a układy wzorcowania (**UWF** i **UWP**) — z filtrami dolnoprzestupowymi (**FD**).

