



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 26.05.78 (P. 207115)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 10.03.80

Opis patentowy opublikowano: 30.10.1982

Int. Cl.³

G01S 13/00

G01S 7/42

CZYTELNIA

Urząd Patentowy
P. O. 10

Twórcy wynalazku: Feliks Wiśniewski, Jerzy Gorzkowski

Uprawniony z patentu: Przemysłowy Instytut Telekomunikacji, Warszawa (Polska)

**Szerokopasmowy układ zabezpieczający urządzenie odbiorcze
w stacji radiolokacyjnej przed dużą mocą mikrofalową**

1

Przedmiotem wynalazku jest szerokopasmowy układ zabezpieczający urządzenie odbiorcze w stacji radiolokacyjnej przed dużą mocą mikrofalową zarówno w czasie nadawania, jak i w czasie odbioru, przeznaczony do pracy w zakresie fal decymetrowych i fal centymetrowych.

W urządzeniach radiolokacyjnych często jest stosowany, ze względu na jego małe gabaryty, przełącznik nadawanie-odbior (NO) typu rozgałęzionego z szerokopasmowymi zwierakami klatkowymi w układzie Pre-NO i A/NO. Dla zabezpieczenia półprzewodnikowych stopni wejściowych odbiornika przed zbyt dużą mocą przeciekową między układem Pre-NO a wejściem odbiornika jest włączony szerokopasmowy lub wąskopasmowy układ NO o dużej wartości tłumienia w czasie nadawania.

Szerokopasmowy układ NO charakteryzuje się dużymi gabarytami, liczącymi się stratami dla odbioru, znacznym stopniem skomplikowania i związanym z tym znacznym kosztem. Natomiast wąskopasmowy układ NO w postaci lampy zwierakowej umieszczonej w rezonatorze o dużej dobroci ma stosunkowo duże straty.

W obu przypadkach w celu zmniejszenia energii ostrza do poziomu dopuszczalnego dla elementów półprzewodnikowych, na których są zbudowane stopnie wejściowe odbiornika, konieczne jest zastosowanie dodatkowego zasilania elektrody pomocniczej.

2

Żadne z powyższych rozwiązań nie spełnia funkcji kontrolowanej zasięgowej regulacji tłumienia (ZRT). W celu zrealizowania ZRT konieczne jest dołączenie dodatkowego układu tłumika sterowanego, który wnosi dodatkowe straty dla odbioru.

Od szeregu lat w wyniku dużych postępów w zakresie ferrytowych cyrkulatorów dużej mocy i diod przełączających, w szczególności diod PIN, budowane są układy NO wyłącznie na elementach ciała stałego. W układach tych funkcje Pre NO spełnia cyrkulator. Są tu stosowane zarówno cyrkulatory trójramiennie, jak i czteroramiennie.

Do podstawowych zalet cyrkulatorów jako układów Pre-NO należy praktycznie nieograniczony czas życia, brak zjawiska czasu zapłonu, energii ostrza, czasu dejonizacji oraz poprawna praca w szerokim zakresie poziomów mocy mikrofalowej i w szerokim zakresie częstotliwości. Podstawową wadą cyrkulatorów jako układów Pre-NO jest stosunkowo mała separacja — zależna od dopasowania traktu antenowego.

Znane i stosowane w technice mikrofalowej ograniczniki, zabezpieczające wrażliwe stopnie wejściowe odbiorników mikrofalowych przed działaniem zbyt silnych sygnałów wejściowych, dzielą się na aktywne i pasywne. Ograniczniki aktywne z reguły są zbudowane na diodach PIN i są polaryzowane wizyjnym impulsem prądowym w czasie pracy własnego nadajnika. Ograniczniki pasywne pracują bez zewnętrznej polaryzacji i po-

za diodami PIN w ogranicznikach pasywnych stosuje się również diody waraktorowe i diody z barierą Schottky'ego.

Do podstawowych zalet ograniczników aktywnych należy brak takich zjawisk typowych dla układów zwierakowych jak: czas zapłonu, energia ostrza i czas dejonizacji. Ponadto ich czas życia w normalnych warunkach pracy jest wielokrotnie dłuższy niż czas życia zwieraków. Istotną dodatkową zaletą aktywnych układów ograniczających jest łatwość zrealizowania za ich pomocą zasięgowej regulacji tłumienia, niezbędnej w wielu nowoczesnych urządzeniach radiolokacyjnych. Wystarczy w tym celu do diod ogranicznika doprowadzić odpowiednie przebiegi prądowe, sterujące wartością tłumienia wywołanego przez układ półprzewodnikowy.

Podstawową zaletą ograniczników pasywnych jest zabezpieczenie półprzewodnikowych stopni wejściowych odbiornika przed zbyt dużymi sygnałami wejściowymi niezależnie od momentu czasu przychodzenia tych sygnałów. W ogranicznikach pasywnych występuje energia ostrza i zjawisko analogiczne do czasu dejonizacji, lecz są one znacznie mniejsze niż w zwierakach.

Odpowiednio skonstruowany układ półprzewodnikowy może pracować jako ogranicznik aktywny, ogranicznik pasywny i tłumik sterowany z ZRT. Odporność mocowa układu półprzewodnikowego jest uzależniona od odporności mocowej użytych diod, od liczby diod połączonych równolegle na wejściu ogranicznika i od jego układu elektrycznego. Zwykle odporność mocowa ograniczników półprzewodnikowych jest znacznie mniejsza od odporności lamp zwierakowych.

Rozwiązanie układu NO w postaci cyrkulatora kierującego energię z nadajnika do anteny, a z anteny do odbiornika oraz układu półprzewodnikowego, spełniającego rolę ogranicznika pasywnego i tłumika zasięgowej regulacji tłumienia jest rozwiązaniem nowoczesnym, eleganckim i większości przypadków optymalnym. Problemy powstają, gdy współczynnik fali stojącej traktu falowodowego dołączonego do ramienia antenowego cyrkulatora nie jest bliski jedności. Wtedy część mocy impulsu sondującego odbita od traktu antenowego w całości jest kierowana przez cyrkulator na wejście układu półprzewodnikowego powodując, że wypadkowa separacja cyrkulatora spada do bardzo małych wartości. W przypadku urządzeń pracujących z dużą energią impulsu sondującego opracowanie półprzewodnikowego układu ograniczającego na wymagany poziom mocy jest sprawą dość trudną i wymaga stosowania diod PIN o bardzo dużej odporności mocowej. Diody takie nie zawsze są dostępne.

Celem wynalazku jest wynalezienie takiego układu, który będzie dostosowany do pracy przy poziomie mocy nadawczej określonej właściwościami układu Pre NO — rozgałęzionego lub cyrkulatorowego, posiadać będzie małe gabaryty zewnętrzne, dobrze będzie zabezpieczał półprzewodnikowe stopnie wejściowe odbiornika przed mocą pochodzącą z własnego nadajnika, jak i z nadajników sąsiednich urządzeń, będzie miał małe straty

ty dla odbioru, szerokie pasmo pracy, zapewni zasięgową regulację tłumienia oraz pozwoli na zbudowanie układu w oparciu o diody PIN o znacznie mniejszej odporności mocowej niż to wynika z poziomowi mocy przeciekowej zastosowanego układu Pre NO.

Cel ten w pierwszym przypadku osiągnięto przez zbudowanie przełącznika NO, składającego się z układu Pre NO typu rozgałęzionego, przy czym do ramienia odbiorczego tego układu jest dołączony odcinek falowodu prostokątnego, zawierającego lampę zwierakową typu wtyczkowego, umieszczoną pomiędzy odpowiednimi reaktancyjnymi elementami dopasowującymi, a za nim przejście falowód — linia współosiowa, do wyjścia którego jest dołączony układ półprzewodnikowy, spełniający funkcje ogranicznika aktywnego, ogranicznika pasywnego i tłumika zasięgowej regulacji tłumienia, przy czym lampa wtyczkowa jest umieszczona w takiej odległości od płaszczyzny lampy Pre NO, że dla środkowej częstotliwości pasma pracy układu zwarcie z płaszczyzny lampy wtyczkowej transformuje się jako zwarcie w płaszczyźnie okna wyjściowego lampy Pre NO, natomiast odległość między lampą wtyczkową i układem półprzewodnikowym jest tak dobrana, że zwarcie w płaszczyźnie pierwszej diody kluczowanej układu półprzewodnikowego transformuje się dla środkowej częstotliwości pasma pracy jako rozwarcie w płaszczyźnie lampy wtyczkowej, ponadto pomiędzy lampą wtyczkową, a układem półprzewodnikowym jest umieszczony sprzęgacz, za pomocą którego część mocy przeciekowej jest doprowadzana na wejście specjalnego układu elektrycznego, wyłączającego nadajnik w przypadku przekroczenia przez moc przeciekową poziomu dopuszczalnego dla układu półprzewodnikowego.

Bezpośrednie połączenie półprzewodnikowego układu ograniczającego ze zwierakiem Pre NO typu klatkowego niesie z sobą szereg niebezpieczeństw dla układu półprzewodnikowego. Przy włączaniu zimnej stacji niezbędny jest pewien czas, aby zwierak Pre NO zapewnił nominalną separację gałęzi odbiorczej w czasie nadawania. Ponadto zwierak Pre-NO ma stosunkowo dużą energię ostrza oraz w przypadku jego uszkodzenia, uszkodzeniu ulega układ półprzewodnikowy i ewentualnie również stopnie wejściowe odbiornika.

Zastosowanie odcinka falowodu z lampą zwierakową typu wtyczkowego w minimalnym stopniu powiększa gabaryty całego przełącznika NO, jest proste i tanie i w istotnym stopniu łagodzi warunki pracy układu półprzewodnikowego. Lampa wtyczkowa znacznie łatwiej się zapala niż zwierak klatkowy, w związku z czym przy włączaniu zimnej stacji od razu wtrąca całe swe tłumienie zaporowe w czasie nadawania, a ponadto w znacznym stopniu obniża energię ostrza, dochodzącą do całego układu półprzewodnikowego. Również w momencie uszkodzenia zwieraka Pre-NO lampa wtyczkowa wprowadza wstępne zabezpieczenie układu półprzewodnikowego. Lampa wtyczkowa umieszczona w odcinku falowodu wnosi bardzo małe straty dla odbioru, a równocześnie jest

rozwiązaniem szerokopasmowym. Umieszczenie na wejściu układu półprzewodnikowego sprzęgacza, za pomocą którego niewielka część mocy przeciekowej jest doprowadzana na wejście specjalnego układu elektronicznego wyłączającego nadajnik w przypadku przekroczenia przez tę moc dopuszczalnego poziomu, dodatkowo zwiększa bezpieczną pracę układu półprzewodnikowego.

Cel wynalazku w drugim przypadku osiągnięto przez zbudowanie przełącznika NO, składającego się z układu Pre NO typu cyrkulatorowego, przy czym do ramienia odbiorczego tego układu jest dołączony odcinek falowodu prostokątnego, zawierający lampę zwierakową typu wtyczkowego umieszczoną pomiędzy odpowiednimi reaktancyjnymi elementami dopasowującymi a za nim przejście falowód-linia współosiowa, do wyjścia którego jest dołączony układ półprzewodnikowy, spełniający funkcje ogranicznika aktywnego, ogranicznika pasywnego i tłumika zasięgowej regulacji tłumienia, przy czym lampa wtyczkowa jest umieszczona w dowolnej odległości od cyrkulatora, natomiast odległość między lampą wtyczkową i układem półprzewodnikowym jest tak dobrana, że zwarcie w płaszczyźnie pierwszej diody kluczowanej układu półprzewodnikowego transformuje się dla środkowej częstotliwości pasma pracy jako rozwarcie w płaszczyźnie lampy wtyczkowej, ponadto pomiędzy lampą wtyczkową a układem półprzewodnikowym jest umieszczony sprzęgacz, za pomocą którego część mocy przeciekowej jest doprowadzana na wejście specjalnego układu elektronicznego wyłączającego nadajnik w przypadku przekroczenia przez moc przeciekową poziomu dopuszczalnego dla układu półprzewodnikowego.

Bezpośrednie połączenie półprzewodnikowego układu ograniczającego z odbiorczym wyjściem cyrkulatora grozi uszkodzeniem układu ograniczającego w przypadku wystąpienia współczynnika fali stojącej traktu falowodowego, łączącego cyrkulator z anteną o wartości znacznie większej od dopuszczalnej. Może to mieć miejsce zarówno w przypadku losowej zmiany parametrów któregoś ze złożonych podzespołów traktu (np. złącze obrotowe) jak i w przypadku konieczności znacznej rozbudowy traktu i związanego z tym zwiększenia wartości współczynnika fali stojącej traktu.

Zastosowanie odcinka falowodu z lampą zwierakową typu wtyczkowego w minimalnym stopniu powiększa gabaryty całego przełącznika NO, jest proste i tanie i w istotnym stopniu łagodzi warunki pracy układu półprzewodnikowego, gdyż w przypadku przekroczenia mocy zapłonu lampa wtyczkowa w istotnym stopniu zmniejsza poziom mocy padającej na układ półprzewodnikowy. Lampa wtyczkowa umieszczona w odcinku falowodu wnosi bardzo małe straty dla odbioru, a równocześnie jest rozwiązaniem szerokopasmowym. Umieszczenie na wejściu układu półprzewodnikowego sprzęgacza, za pomocą którego niewielka część mocy przeciekowej jest doprowadzana na wejście specjalnego układu elektronicznego, wyłączającego nadajnik w przypadku przekroczenia przez tę moc dopuszczalnego poziomu, dodatkowo

zwiększa bezpieczną pracę układu półprzewodnikowego.

Układ według wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie rozwiązania na rysunku w postaci schematu blokowego szerokopasmowego układu zabezpieczającego.

W pierwszej wersji rozwiązania technicznego według wynalazku do odbiorczego wyjścia układu Pre NO 1 jest dołączony odcinek falowodu prostokątnego 2, zawierający lampę zwierakową typu wtyczkowego 3, umieszczoną pomiędzy odpowiednimi reaktancyjnymi elementami dopasowującymi, a za nim przejście falowód-linia współosiowa 4, do wyjścia którego jest dołączony układ półprzewodnikowy 5 spełniający funkcje ogranicznika aktywnego, ogranicznika pasywnego i tłumika ZRT, przy czym lampa wtyczkowa 3 jest umieszczona w takiej odległości od płaszczyzny okna wyjściowego lampy Pre-NO, że dla środkowej częstotliwości pasma pracy układu, zwarcie z płaszczyzny lampy wtyczkowej transformuje się jako zwarcie w płaszczyznę okna wyjściowego lampy Pre-NO, a odległość między lampą wtyczkową i układem półprzewodnikowym jest tak dobrana, że zwarcie w płaszczyźnie pierwszej diody kluczowanej układu półprzewodnikowego transformuje się dla środkowej częstotliwości pasma pracy jako rozwarcie w płaszczyźnie lampy wtyczkowej, ponadto pomiędzy lampą wtyczkową a układem półprzewodnikowym jest umieszczony sprzęgacz 6 za pomocą którego niewielka część mocy przeciekowej jest doprowadzana na wejście specjalnego układu elektronicznego 7, wyłączającego nadajnik w przypadku przekroczenia przez tę moc poziomu dopuszczalnego dla układu półprzewodnikowego.

W drugiej wersji rozwiązania technicznego według wynalazku do odbiorczego wyjścia cyrkulatora 1 jest dołączony odcinek falowodu prostokątnego 2, zawierający lampę zwierakową typu wtyczkowego 3 umieszczoną pomiędzy odpowiednimi reaktancyjnymi elementami dopasowującymi, a za nim przejście falowód — linia współosiowa 4, do wyjścia którego jest dołączony układ półprzewodnikowy 5, spełniający funkcje ogranicznika aktywnego, ogranicznika pasywnego i tłumika ZRT, przy czym lampa wtyczkowa 3 jest umieszczona w dowolnej odległości od cyrkulatora, a odległość między lampą wtyczkową i układem półprzewodnikowym jest tak dobrana, że zwarcie w płaszczyźnie pierwszej diody kluczowanej układu półprzewodnikowego transformuje się dla środkowej częstotliwości pasma pracy jako rozwarcie w płaszczyźnie lampy wtyczkowej, ponadto pomiędzy lampą wtyczkową a układem półprzewodnikowym jest umieszczony sprzęgacz 6, za pomocą którego niewielka część mocy przeciekowej jest doprowadzana na wejście specjalnego układu elektronicznego 7, wyłączającego nadajnik w przypadku przekroczenia przez tę moc poziomu dopuszczalnego dla układu półprzewodnikowego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Szerokopasmowy układ zabezpieczający urządzenie odbiorcze w stacji radiolokacyjnej przed dużą mocą mikrofalową, będący przełącznikiem

nadawanie-odbior typu rozgałęzionego, zbudowanym z odcinka falowodu prostokątnego z dołączonymi lampami zwierakowymi, pracującymi w układzie Pre NO i ANO, **znamienny tym**, że do odbiorczego wyjścia układu Pre NO (1) jest dołączony odcinek falowodu prostokątnego (2), zawierający lampę zwierakową typu wtyczkowego (3), umieszczoną pomiędzy odpowiednimi reaktancyjnymi elementami dopasowującymi, a za nim przejście falowód-linia współosiowa (4), do wyjścia którego jest dołączony układ półprzewodnikowy (5), spełniający funkcje ogranicznika aktywnego, ogranicznika pasywnego i tłumika zasięgowej regulacji tłumienia, przy czym odległość lampy wtyczkowej (3) od płaszczyzny okna wyjściowego lampy Pre NO (1) i odległość między lampą wtyczkową (3) i układem półprzewodnikowym (5) są odpowiednio dobrane, a ponadto pomiędzy lampą wtyczkową (3) a układem półprzewodnikowym (5) jest umieszczony sprzęgacz (6), którego wejście jest połączone z układem elektronicznym (7); wyłączającym nadajnik w przypadku przekroczenia przez moc przeciekową poziomu dopuszczalnego dla układu półprzewodnikowego.

2. Szerokopasmowy układ zabezpieczający urządzenie odbiorcze w stacji radiolokacyjnej przed dużą mocą mikrofalową, będący przełącznikiem nadawanie-odbior, zawierający falowodowy cyrkulator ferrytowy, **znamienny tym**, że do odbiorczego wyjścia cyrkulatora (1) jest dołączony odcinek falowodu prostokątnego (2), zawierający lampę zwierakową typu wtyczkowego (3) umieszczoną pomiędzy odpowiednimi reaktancyjnymi elementami dopasowującymi, a za nim — przejście falowód-linia współosiowa (4), do wyjścia którego jest dołączony układ półprzewodnikowy (5), spełniający funkcje ogranicznika aktywnego, ogranicznika pasywnego i tłumika zasięgowej regulacji tłumienia, przy czym lampa wtyczkowa (3) jest umieszczona w dowolnej odległości od cyrkulatora, natomiast odległość między lampą wtyczkową (3) i układem półprzewodnikowym (5) jest odpowiednio dobrana, a ponadto pomiędzy lampą wtyczkową (3) a układem półprzewodnikowym (5) jest umieszczony sprzęgacz (6), którego wyjście połączone jest z układem elektronicznym (7), wyłączającym nadajnik w przypadku przekroczenia przez moc przeciekową poziomu dopuszczalnego dla układu półprzewodnikowego.

