

## Układy RF i mikrofalowe

Układ typu

Nazwa

Opis

### Dual band pass filters

filtry dwupasmowe

Filtry realizowane zgodnie z wymaganiami klienta, przykładowa charakterystyka filtru

### Bias tee

Rozgałęzienie do podłączenia zasilania

Układ umożliwia podłączenie zasilania i sygnału RF do jednej linii współosiowej.

### DC block

Zabezpieczenia przeciwprzepięciowe, separatory

do 5GHz, od 25V do 1kV

### Dipole antenna

anteny dipolowe

małe anteny dookólne zakończone złączami N,SMA, BNC lub TNC, o zysku 1.8 dB

### Feed through termination

służą do pomiaru układów  $\square$  aktywnych o określonej impedancji np 50 ohm urządzeń

### Fixed attenuator

Tłumik stały

Zakończone złączami N,SMA, BNC lub TNC również RP, wytrzymałość mocowa różna

### [Matching Pad](#)

Transformator impedancji  
z 50 na 75 ohm, różne złącza, pasmo pracy do 2 GHz

### [Phase trimmer](#)

Stałe przesuwники fazy- strojone  
Poza gotowymi wyrobami oferowane są rozwiązania zgodne z wymaganiami klien

### [Power divider / combiner](#)

Dzielnik/ sumator  
2,3 lub 4 drogowe do 5.6GHz

### [Termination](#)

Obciążenie  
Różnego typu, również dużej mocy, szeroki wybór złącz, pracują do

### [Waveguide to coax adaptor](#)

Przejście z falowodu na linię współosiową  
Przejścia z WR-75 na SMA - wzdłużne i prostopadłe pasmo pracy 10-15GHz

### [Rotary joints](#)

mikrofalowe złącza obrotowe  
złącza obrotowe sma

### [calibration kit](#)

kity kalibracyjne, Tsets SHORT, LOAD, OPEN  
do 6 GHz, standard N i SMA

Inne

prosimy o kontakt  
info@rflin.pl

## Mikrofalowe elementy pasywne ( [link do oddzielnego pliku html z rysunkami](#) )

**Poniżej przedstawiono opis układów mikrofalowych pasywnych wykorzystywanych w technice wysokich częstotliwości.**

### **Fixed attenuator FAT - Tłumik Sygnału**

Tłumik sygnału służy do tłumienia sygnału, jednocześnie może pełnić funkcję adaptera. Standardowe wartości tłumień wynoszą zwykle od 1 do 20 dB z krokiem co 1 dB, następnie tłumienia 25, 30, 35, 40, 50dB. Uzyskanie odpowiedniego tłumienia w trakcie można uzyskać poprzez kaskadowe łączenie tłumików. Np. połączenie tłumika 2 dB i 10 dB da nam tłumienie 12 dB, przy kaskadowym łączeniu wielu tłumików wpływ na uzyskaną wartość mogą mieć dodatkowe odbicia wprowadzane na połączeniu poszczególnych tłumików, dlatego nie zaleca się łączenia więcej niż dwóch trzech tłumików w kaskadę.

Tłumiki mogą być wykorzystywane w trakcie testowania urządzeń nadawczych, których moc wyjściowa mogłaby uszkodzić detektory układu pomiarowego. Stosuje się je również jako układy ograniczające moc, gdy występuje tzw. efekt przesterowania sygnałem RF. Tłumiki można wykorzystać również w antenach o dużym zysku, w celu jego ograniczenia. Pozwala to zachować niski poziom listków bocznych oraz wąską wiązkę przy zmniejszonym zysku energetycznym, co pozwala na obniżenie szumów otoczenia wchodzących do odbiornika. Tłumik jest urządzeniem, w którym wydziela się moc, w związku z tym dobór tłumików powinien uwzględniać rzeczywiste straty mocy RF, które zostaną zamienione w ciepło. Standardowe tłumiki sygnałowe wytrzymują sygnały kilkuwatowe dla pracy ciągłej, w przypadku impulsów wytrzymałość mocowa zależy od współczynników wypełnienia i może sięgać kilkuset watów, parametry te są zwykle podawane w kartach katalogowych producentów.

### **Matching PAD - □ transformator impedancji**

Układy te służą do dopasowania impedancji dwóch różnych impedancji, zwykle są to linie lub układy pomiarowe o impedancjach 50 ohm i 75 ohm. Bezpośrednie podłączenie dwóch elementów o różnych impedancjach powoduje powstanie sygnału odbitego, dla 75 ohm i 50 ohm współczynnik odbicia wyniesie  $\gamma = 0,2$ , co odpowiada współczynnikowi odbicia WFS (VSWR) = 1,25, oczywiście w przypadku, gdy nie ma dodatkowych odbić ze względu na brak mechanicznego dopasowania złącz. Nie jest to może wartość krytyczna, nadal pozwala na transmisję sygnału, ale ma bardzo niekorzystny wpływ w aplikacjach pomiarowych. I właśnie tam zwykle takie transformatory są wykorzystywane by zminimalizować niepożądane odbicia.

Są dwa rodzaje układów Matching PAD

? pierwszy to transformator impedancji, który w łagodny sposób zmieniając profil dostosowuje impedancję wejściową do wyjściowej, do cech tych układów należą relatywnie duże wymiary, niższe straty w porównaniu do rezystancyjnych transformatorów impedancji oraz brak możliwości pracy dla niskich częstotliwości. Układy transformatorów impedancji często wykonuje się w technologii mikropaskowej.

- drugi typ to układy rezystywny dopasowujący impedancje. Są one mniejsze, pracują również dla DC, ale mają relatywnie duże straty, co wynika z topologii układu, czyli konfiguracji połączenia rezystancji (T, PI lub L). Straty te wynoszą min 5.7 dB dla układu dopasowującego z 50 na 75 ohm. Jednak w większości aplikacji pomiarowych nie stanowi to problemu gdyż straty te można kalibrować w układzie pomiarowym.

## Feed trough termination

są wykorzystywane zwykle do pomiaru źródła sygnału. Wykorzystać ten układ można przy kalibracji lub pomiarach sygnałów z wyjścia z generatorów lub innych źródeł (kart radiowych), które mają impedancję 50 ohm, a do pomiarów wykorzystuje się urządzenie pomiarowe o wysokiej impedancji np. multimetr ( który ma impedancję wynoszącą często powyżej 1 Mohm. Zastosowanie układu typu feed trough termination (TTF) pozwala uniknąć odbicia sygnału, na styku różnych impedancji, które może doprowadzić do uszkodzenia mierzonego źródła. Nie trzeba stosować tego układu, gdy miernik ma taką samą impedancję jak mierzone źródło.

### DC-block

układ służący do blokowania stałej składowej sygnału DC. Stosowana jako układ wtrąceniowy w trakt mikrofalowy, który nie przepuszcza składowej stałej sygnału. Jest to swoistego rodzaju filtr górnoprzepustowy. Służy do zabezpieczania układów, które mogą być wrażliwe na sygnał DC, który z różnych powodów mógł pojawić się w linii transmisyjnej. DC Block może mieć podstawowe trzy konfiguracje ? rozwarcie w przewodzie wewnętrznym (Inner Only DC Block), rozwarcie na ekranie (Outer Only DC Block) rozwarcie na przewodzie wewnętrznym i zewnętrznym (inner/outer DCblock)

### Bias tee

Z definicji układy aktywne wymagają zasilania. Zasilanie DC może być doprowadzone do urządzenia niezależną linią zasilającą, można skorzystać również z kabla koncentrycznego, którym transmitowany jest sygnał RF. Aby doprowadzić do kabla koncentrycznego zasilanie DC można stosować odpowiednio zaprojektowane układy już na płytkach albo skorzystać z zewnętrznego układu typu Bias Tee. Na rysunku poniżej przedstawiono wygląd tego układu, złącze SMA po lewej i po prawej stronie są złączami RF, złącze do nich prostopadłe SMA służy do podłączenia zasilania. Separacja pomiędzy złączem zasilającym a złączami RF wynosi zwykle powyżej 25 dB. Bias Tee ze względu na konieczność oddzielenia sygnału DC od RF działa dopiero od pewnej częstotliwości (zwykle kilka lub kilkadziesiąt MHz)

### **Phase trimmer -**

regulowany przesuwnik fazy ? układ bardzo przydatny przy realizacji układów fazowanych, gdzie różne torry muszą mieć takie same długości elektryczne. Rozbieżności w parametrach układów RF, długości kabli, sposobie ich ułożenia, rozrzutach parametrów elektrycznych podłoża mikrofalowego powodują, że dwa torry RF wyglądające na identyczne wprowadzają różne przesunięcia fazowe dla sygnałów na wyjściu. Zastosowanie przesuwników regulowanych umożliwia względną zmianę długości elektrycznej torów przy ich rzeczywistym pomiarze by zapewnić równość faz (synfazowość) sygnałów RF na wyjściu różnych torów. W ten sposób ogranicza się straty wynikające z dodawania sygnałów o różnych fazach lub zapewnia się synfazowość anteny przy optymalizacji jej wiązki. W skrajnym przypadku dwa sygnały o przeciwnych fazach i równych amplitudach w wyniku sumowania się wyzerują (dodawanie wektorów).

### **Rotary joint.**

Złącze obrotowe (mikrofalowe) jest to układ który ma umożliwić pełne obroty urządzenia. Jeżeli antena byłaby podłączona do odbiornika bezpośrednio kablem koncentrycznym, wykonywanie pełnych obrotów doprowadziłoby do skręcenia osiowego kabla, a w skrajnym przypadku do jego zerwania. Złącze obrotowe zapobiega tym konsekwencjom. Zwykle stosuje się złącze obrotowe w systemach radarowych albo nasłuchu/monitoringu, w których wymagany jest ciągły obrót systemu antenowego. Stosuje się je również w innych aplikacjach gdzie w wyniku pracy układu mechanicznego może następować skręcenie osiowe kabla powodujące jego uszkodzenie lub pogorszenie parametrów elektrycznych.

### **Termination ? obciążenie dopasowane**

Element zapewniający obciążenie wrót wyjściowych impedancją np. 50 ohm dopasowaną do impedancji wyjściowej układu RF. Zastosowanie obciążeń dopasowanych jest niezbędne przy pomiarze parametrów rozproszenia wielowrotników. W trakcie pomiarów parametrów

elektrycznych z wykorzystaniem analizatora sieci, (Network analyzer lub Vector Network Analyzer) lub innych układów (generatory, mierniki mocy) wszystkie wrota do których nie są podłączone przewody pomiarowe należy obciążyć obciążeniami dopasowanymi. W ten sposób unika się powstawania sygnałów odbitych od nieobciążonych wrót, które w znacznym stopniu zakłócają pomiar.

Obciążenia dopasowane stosuje się jako zabezpieczenie nieużywanych wrót układów aktywnych RF, generatorów, kart radiowych. Zapobiega to odbiciu się od takich wejść sygnału RF, który może doprowadzić do uszkodzenia urządzenia. Należy zwrócić uwagę, że sygnał wchodzący do obciążenia dopasowanego będzie w nim wytracany, co spowoduje, że zamieni się w ciepło, tak więc dobór obciążeń powinien uwzględniać również wytrzymałość mocową, na rysunkach przedstawiono 2W-owe obciążenie typu N oraz 60W obciążenie typu SMA z radiatorami, który umożliwia odprowadzenie energii cieplnej.

Katalogi z tymi elementami znajdują się na stronie [www.rflin.eu](http://www.rflin.eu) oraz na stronie producenta [www.jyebao.com.tw](http://www.jyebao.com.tw)