

## МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ СВЧ-КАНАЛОВ С КОЛЬЦЕВЫМ РЕЗОНАТОРОМ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ

К. т. н. Э. Н. Глушеченко

Научно-производственное предприятие «Сатурн»  
Украина, г. Киев  
gen-nto@ukr.net

*Рассмотрены условия и возможности реализации переключателя СВЧ-каналов на базе направленного фильтра. Представлена топология микрополоскового переключателя с кольцевым резонатором бегущей волны.*

*Ключевые слова:* микрополосковая линия, переключатель, резонатор бегущей волны, диод.

Создание современных телекоммуникационных систем СВЧ-диапазона требует появления новых устройств — унифицированных, с более высокой степенью интеграции. При этом необходимо отметить, что потенциал интегральных СВЧ-устройств, функционирование которых основано на использовании режима стоячей волны, практически исчерпан. Поэтому представляется целесообразным рассмотреть возможность создания СВЧ-устройств на основе микрополосковой линии передачи (МПЛ), функционирующих в режиме бегущей волны. В настоящей работе представлены результаты реализации одного из таких устройств — переключателя СВЧ-каналов.

Самым известным СВЧ-устройством, функционирующим в режиме бегущей волны, является направленный фильтр [1]. Однако, несмотря на его очевидные преимущества, в волноводном или коаксиальном исполнении такой фильтр очень габаритен, что и помешало его применению.

На рис. 1 приведена функциональная схема классического направленного фильтра бегущей волны (НФБВ), а также базовая топология микрополоскового НФБВ, реализованная значительно позже [2].

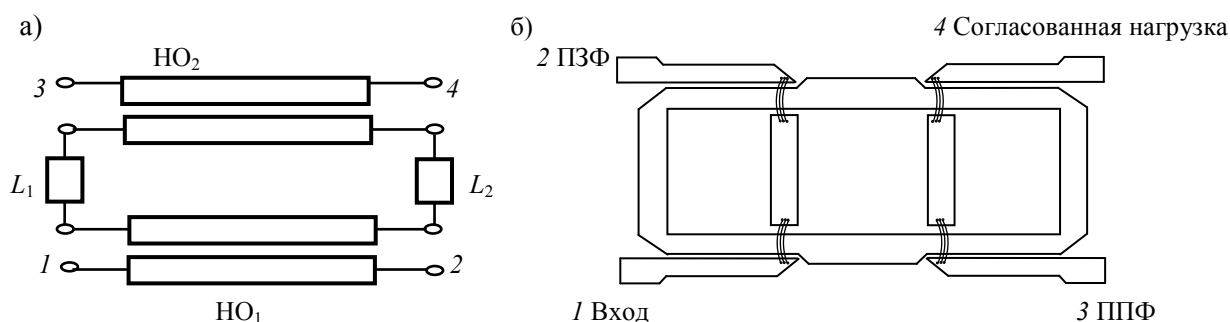


Рис. 1. Функциональная схема классического (а) и базовая топология микрополосковая (б) НФБВ

Как видно из рис. 1, а, замкнутый кольцевой резонатор классического НФБВ образован вторичными четвертьволновыми каналами направленных ответвителей  $HO_1$  и  $HO_2$ , непосредственно соединенными четвертьволновыми отрезками МПЛ  $L_1$  и  $L_2$ . При этом  $HO_1$  и  $HO_2$  должны иметь переходное ослабление 3 дБ, нереализуемое технологически на двух связанных МПЛ.

СВЧ-сигнал, поданный в плечо 1 классического НФБВ (рис. 1, а), в плечо 3 его имеет характеристику полосно-пропускающего фильтра (ППФ), в плечо 2 — полосно-заграждающего фильтра, а к плечу 4 подключена согласованная нагрузка. Изменить в такой структуре НФБВ характер распространения СВЧ-сигнала, например заменить его прохождение из плеча 1 не в плечо 3, а в плечо 2, возможно только «разорвав» замкнутый кольцевой резонатор.

Решить эту проблему можно в варианте реализации микрополоскового НФБВ (МНФБВ), где (рис. 1, б) в качестве направленного ответвителя (НО) с переходным ослаблением 3 дБ применен модифицированный вариант НО типа «тандем» [3]. При этом реализация переключателя СВЧ-каналов осуществляется без увеличения габаритов МНФБВ и изменений его физической структуры.

Как видно из рис. 1, б, каналы 1 — 2 и 3 — 4, которые являются цельными в функциональной схеме классического НФБВ, в МНФБ состоят из трех элементов каждый. Они образованы (попарно) первичными четвертьволновыми каналами НО каждого «тандема» и расположенными между ними внутри кольцевого резонатора четвертьволновыми отрезками МПЛ, которые соединены с первичными каналами НО каждого «тандема» гальваническими перемычками.

При всем этом характер и значения параметров амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) МНФБВ идентичны АЧХ классического НФБВ, и в штатном режиме работы МНФБВ СВЧ-сигнал резонансной частоты со входа устройства (плечо 1) поступает на его ППФ-выход (плечо 3).

Если в канал 3 — 4 МНФБВ, образованный первичными каналами противоположащих НО на двух связанных МПЛ из структуры «тандема» и объединяющего их четвертьволновым отрезком МПЛ, включить один или два переключающих диода, то направленный фильтр преобразуется в СВЧ-переключатель каналов. Топология такого устройства приведена на рис. 2.

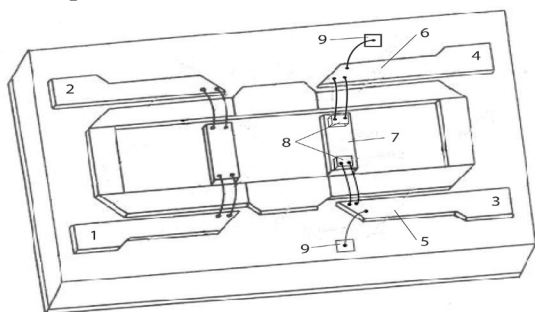


Рис. 2. Топология СВЧ-переключателя на базе направленного фильтра

В таком устройстве диоды 8 размещаются обязательно на четвертьволновом отрезке 7 МПЛ внутри кольцевого резонатора, поскольку их размещение на первичных каналах НО из структуры «тандема» (в их областях связи) нарушает нормальное функционирование МНФБВ. Через контактные площадки 9 на диоды подается управляющий (переключающий) сигнал. Один электрод каждого диода 8 соединен непосредственно с отрезком 7 МПЛ внутри кольцевого резонатора, а другой его электрод посредством гальванической перемычки соединен с близлежащим первичным каналом (5 или 6) одного из противоположащих НО на

двух связанных МПЛ из структуры «тандема», образуя так канал 3 — 4 МНФБВ с функцией переключения СВЧ-каналов. Если диоды открыты, то устройство будет функционировать как МНФБВ, если закрыты, то СВЧ-сигнал от входа (плечо 1) уже поступит не на ППФ-выход (плечо 3), а на ПЗФ-выход (плечо 2).

Отметим, что авторские права на представленное техническое решение (как интеллектуальную собственность) защищены патентом Украины [4]. Рассмотренное СВЧ-устройство может быть использовано как отдельный переключатель каналов, а также в приемо-передающих блоках радиотехнических комплексов. Такие устройства реализуются как на керамических подложках из поликора или 22ХС, так и на подложках из органоэлектриков типа Duroid, в связи с чем могут быть рекомендованы к широкому применению.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Харвей А.Ф. Техника сверхвысоких частот. Т. 1.— М.: Сов. радио, 1965.
2. А.с. СССР № 1406668. Микрополосковый направленный фильтр бегущей волны / Э.Н.Глушеченко.— Бюл. № 24, 1988.
3. Shelton J.P., Wolf J., Van Wagoner R. Tandem couplers and phase shifters // *Microwaves.*— 1965.— P. 14–19.
4. Патент України на корисну модель UA 104199. Мікросмуговий напрямлений фільтр бігучої хвилі / Е.М.Глушеченко.— Бюл. №1, 2016.

Е. N. Glushechenko

#### Microstrip microwave channel switch with a traveling-wave ring resonator

*The author considers conditions and possibilities for implementing a microwave channel switch based on a directional filter. The paper presents the topology of a microstrip switch with a traveling wave ring resonator.*

*Keywords: microstrip, switch, traveling wave resonator, diode.*