

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ЗАКІНЧЕНІ РОЗРОБКИ

УДК 621.371

МІКРОСМУЖКОВИЙ НАПРАВЛЕНИЙ ВІДГАЛУЖУВАЧ

Антипенко Р.В., к.т.н., доцент

Рибін О.І., д.т.н., професор

*Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна*

Направлені відгалужувачі (НВ) на зв'язаних лініях різного типу широко використовуються в радіоелектронній апаратурі. Одне із основних завдань – відгалуження частини потужності із основного тракту для подальшого оброблення. Це може бути, наприклад, створення системи автоматичного регулювання вихідної потужності передавача або моніторинг вихідного сигналу.

Конструкції НВ можуть бути самими різноманітними в залежності від діапазону робочих частот, необхідних технічних характеристик, конструктивних вимог, типу ліній передачі, що використовуються: мікросмужкові, коаксіальні, хвилеводні і т.д. [1 – 3].

Нами досліджена конструкція мікросмужкового НВ, що призначений для використання у дециметровому діапазоні довжин хвиль з довжиною області зв'язку набагато меншою довжини хвилі. В якості основи використаний фольгований діелектрик типу FR-4.

Перед тим як викласти результати досліджень, необхідно вказати, що компанії-виробники поставляють вже готові конструкції НВ які призначені для поверхневого монтажу та легко інтегруються з мікросмужковими лініями. Для прикладу можна розглянути продукцію компанії Mini-Circuits [4], що пропонує велику кількість НВ із різноманітними характеристиками. Але при технічних характеристиках, що задовольняють розробників, такі відгалужувачі мають набагато більшу ціну, ніж мікросмужкові, що виконуються як елемент топології схеми. Також, обмеження на використання таких НВ накладає максимальна потужність, що може передаватися по мікросмужковому тракту із встановленим інтегральним НВ, яка не перевищує кількох десятків Вт. Отже, завдання створення мікросмужкових НВ з хорошими характеристиками є достатньо актуальним.

При простій топології мікросмужкового відгалужувача (рис. 1а) важко отримати хороші характеристики – направленість краще 10 – 15 дБ при задовільному значенні КСХН. Також, на стабільність технічних характеристик впливають обмеження технології виготовлення друкованих плат із фольгованих діелектриків. Це стосується, наприклад, отримання стабільних

малих зазорів між мікросмужковими лініями та точності їх виготовлення.

Крім того, необхідно враховувати, що на сьогодні в більшості випадків радіоелектронні системи з робочими частотами до кількох ГГц виготовляються не на спеціалізованих діелектриках, а на дешевих та доступних матеріалах, наприклад – FR-4. В цьому випадку, значення діелектричної проникності ϵ точно не відоме і може змінюватись в широких межах.

Топологія відгалужувача, що досліджувався показана на рис 1б. Характерною особливістю такої конструкції є наявність елементів узгодження 1, що розміщені з обох сторін області зв'язку 2. Завдяки цьому, характеристики НВ можуть бути значно покращені у порівнянні із більш простою топологією (рис. 1а).

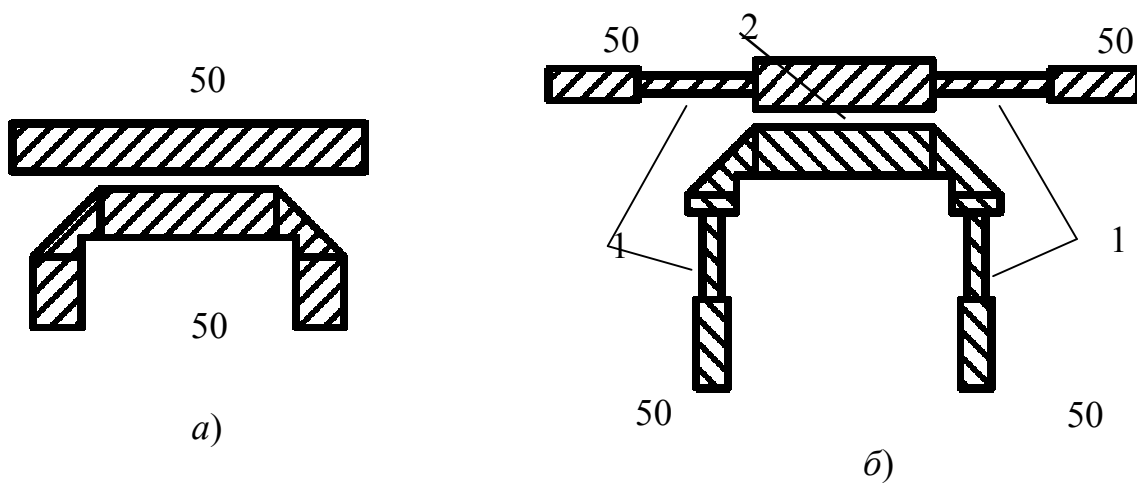


Рис. 1

Такий відгалужувач може бути змодельований в програмний пакетах AWR Microwave Office, CST Studio Suite, HFSS або аналогічних, що підтримують 3-D моделювання НВЧ структур. Відгалужувач, що досліджувався, розрахований у середовищі AWR Microwave Office. Як показано далі, розрахунки мають хороше співпадіння із результатами експериментальних досліджень.

Результати експериментальних досліджень НВ разом із результатами чисельного моделювання показані на рис. 2. Відгалужувач виготовлено на діелектрику FR-402 компанії Isola [5], товщиною 1 мм. Дослідження проводились у діапазоні 300 – 600 МГц. Довжина області зв'язку НВ становила 10 мм.

На рис. 2 результати вимірювань позначені у вигляді відповідних символів, а результати моделювання показані у вигляді суцільних та пунктирних ліній. Як видно із рисунку, значення коефіцієнта відгалуження отримано з точністю до одиниць децибел. При налагодженні такого НВ не досить складно отримати направленість 30 і більше дБ.

Як вже вказувалось вище, в багатьох випадках значення діелектричної проникності ϵ в смузі частот не високочастотного діелектрика виробником не вказується. Це може негативно вплинути на точність моделювання НВ. За допомогою чисельного моделювання була досліджена чутливість характеристик НВ до зміни діелектричної проникності діелектрика ϵ на величину $\pm 5\%$. Як показали розрахунки, коефіцієнт відгалуження мало залежить від ϵ . Більш чутливими є коефіцієнт відбиття та направленість відгалужувача. Вони можуть погіршитись на величину близько 10 дБ. Отже, для створення НВ із задовільними параметрами необхідно використовувати матеріали із відомими максимально точними значеннями основних характеристик: діелектричної проникності ϵ та товщини діелектрика. Наприклад, компанія Isola [5] надає значення діелектричної проникності FR-402 на трьох частотах: 1 МГц, 500 МГц та 1 ГГц, що цілком достатньо для коректного моделювання.

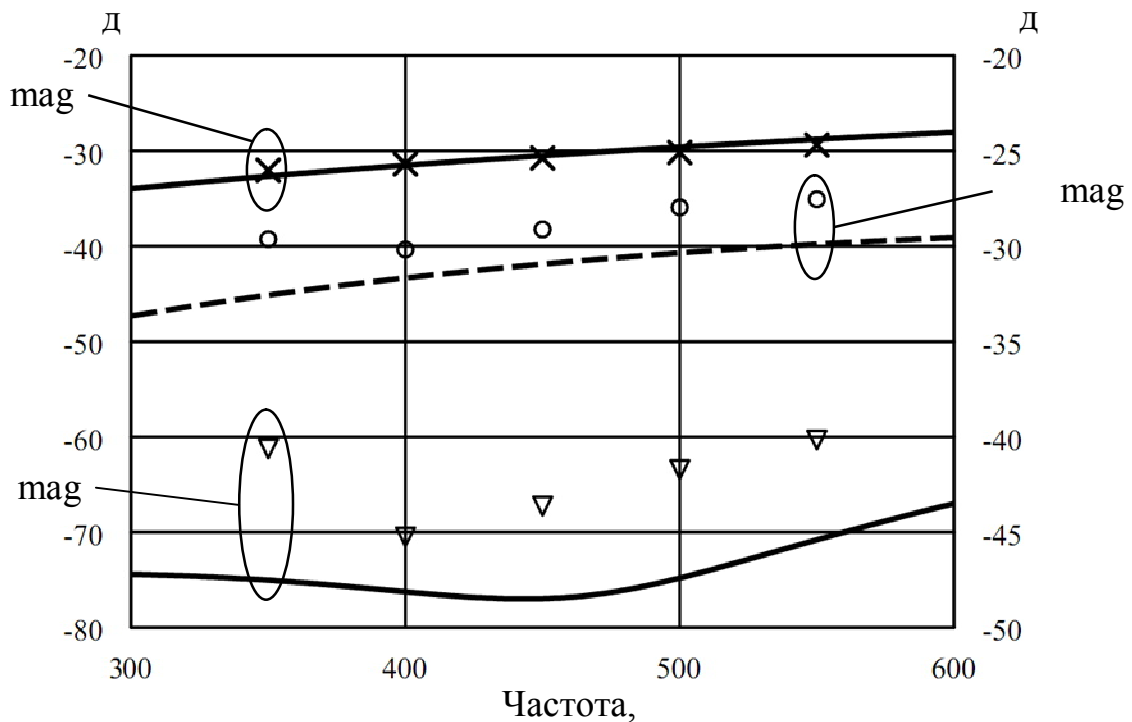


Рис. 2

Таким чином, досліджений мікросмушковий направлений відгалужувач при коректному моделюванні дозволяє отримати хороші характеристики: направленість близько 30 дБ і краще та коефіцієнт відбиття не гірше 25 дБ. Такі НВ використовуються в дециметровому діапазоні довжин хвиль в радіо та телевізійній передавальній техніці. Для прикладу можна вказати обладнання компанії Rohde & Schwarz [6].

Література

1. Мещанов В.П., Фельдштейн А.Л. Автоматизированное проектирование направленных ответвителей СВЧ. – М: Связь, 1980. – 144 с.
2. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи. Т.1. Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т.//Пер. с англ.- М.: Связь. 1971
3. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи. Т.2. Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т.//Пер. с англ.- М.: Связь. 1972
4. IF/RF&MICROWAVE components guide. Mini-Circuits. Edition 2010.
5. <http://www.isola-group.com>
6. <http://www.rohde-schwarz.com>

Антипенко Р.В., Рыбін О.І. Мікросмуужковий напвленний відгалужувач. Показані результати досліджень мікросмуужкового напвленого відгалужувача. Проаналізована чутливість параметрів відгалужувача до характеристик діелектрика.

Ключові слова: мікросмуужкова лінія, напвленний відгалужувач, надвисокі частоти.

Антипенко Р.В., Рыбин А.И. Микрополосковый напвленний ответвитель. Представлены результаты исследований микрополоскового напвленного ответвителя. Проанализирована чувствительность параметров ответвителя к характеристикам диелектрика.

Ключевые слова: микрополосковая линия, напвленний ответвитель, сверхвысокие частоты.

Antypenko R.V., Rybin O.I. Microstrip directional coupler. The results of studies microstrip directional coupler are described. Analyzed the sensitivity of the parameters of the coupler to the characteristics of the dielectric.

Key words: microstrip line, directional coupler, microwave frequency.