

УДК 621.372.2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЛНОВОДНОГО ФАЗОВРАЩАТЕЛЯ НА ДИАФРАГМАХ

Горенкова С.В. (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого),
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Черепанов А.С.
(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)

Настоящий доклад презентует теоретическое исследование возможности реализации не используемого ранее волноводного фазовращателя без потерь. Выполнены аналитическое представление и моделирование предложенной конструкции, рассчитаны графические и численные параметры устройства.

Введение. Одним из способов осуществления сканирования в антенных решетках является задание фазового распределения токов в каждом отдельном излучателе – фазовое управление диаграммой направленности. Сдвиг фазы в каждом излучателе определяется фазовращателем, установленным в линию передачи. На сегодняшний день волноводные фазовращатели всё еще не уступают своим микрополосковым аналогам, так как многие антенны используют в качестве фидера в сантиметровом и миллиметровом диапазонах именно волноводы вследствие малых потерь, способности выдерживать большие мощности сигнала, отсутствия излучения в окружающее пространство, а также высокой стабильности работы при различных погодных условиях, температурных перепадах. В связи с этим поиск новых конструктивных решений, позволяющих улучшить параметры передачи или снизить нежелательные эффекты, по-прежнему актуален.

Основная часть. В настоящем исследовании был предложен новый управляемый фазовращатель, не используемый ранее – волноводный фазовращатель на трёх диафрагмах с включёнными ёмкостями. Установленные диафрагмы представляют собой включенные в тракт реактивности, которые при прохождении ЭМВ изменяют ее амплитудно-фазовое распределение, за счет чего обеспечивается требуемый фазовый сдвиг. Ёмкости, установленные в резонансные окна диафрагм, позволяют добиться управления фазовым сдвигом в некоторой полосе частот.

Первый этап создания устройства фазовращателя основывался на теоретическом анализе возможной модели. С помощью представления теории четырехполосников и матричного анализа удалось рассчитать зависимости между геометрическими параметрами конструкции и получаемым фазовым сдвигом. Достижение плоской частотной характеристики, в промежутке которой будет варьироваться фазовый сдвиг, обеспечивает рассчитанное соотношение между центральной и боковыми проводимостями диафрагм. Вторым этапом являлось моделирование исследуемого устройства, в результате которого были выявлены предварительные численные характеристики передачи сигнала и конструктивные особенности реализации, обеспечивающие требуемые параметры. Также были рассчитаны графические представления зависимостей искомых параметров.

Выводы. По итогам аналитических расчётов и моделирования в программной среде, было показано, что на частоте 9,5 ГГц управляемый сдвиг фазы в пределе 95° может быть достигнут для изучаемого фазовращателя. Была продемонстрирована хорошая управляемость фазовым сдвигом маленькими ёмкостями $0,325 \div 0,7$ пФ для размеров резонансного окна 18 мм на частоте 9,5 ГГц. Получены параметры условия согласования: для КСВ = 2 согласованная полоса частот находится в пределах $9,5 \div 9,9$ ГГц.

В качестве включенных ёмкостей могут использоваться устройства, с изменяющейся под воздействием управляющего сигнала ёмкостью – варактор, вариконд. Такие устройства

имеют маломощные схемы управления, а малые значения самой емкости будут обеспечивать низкую инерционность. В случае небольших фазовых сдвигов такой фазовращатель может конкурировать с фазовращателем на р-і-п диодах, так как за счёт маленьких емкостей, фазовращатель на варакторах или варикондах будет выигрывать по скорости переключения. В данный момент такой фазовращатель может найти своё применение в маломощных фазированных антенных решетках последовательного питания. Для достижения большего фазового сдвига возможно дальнейшее исследование и анализ конструкции уже с пятью диафрагмами.

Горенкова С.В. (автор)

Подпись

Черепанов А.С. (научный руководитель)

Подпись