

УДК 621.396.67 (075.8)

АНТЕННА С ДИСКРЕТНО- АМПЛИТУДНЫМ СКАНИРОВАНИЕМ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ

В.Т. Царенко

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра радиоэлектроники и компьютерных систем
Украинская инженерно-педагогическая академия
ул. Университетская, 16, г. Харьков, 61003
Контактный тел.: (057) 711-56-35

Розроблено скануючу антенну, що базується на принципі комутації парціальних діаграм спрямованості з допомогою надшвидкодійних р-і-п діодних перемикачів у хвиле водному виконанні. Наведено опис конструкції і результати вимірювань характеристик у сантиметровому діапазоні

Ключові слова: сканування, р-і-п діодні перемикачі, парціальні діаграми

Разработана сканирующая антенна, основанная на принципе коммутации парциальных диаграм направленности с помощью сверхбыстродействующих р-і-п-диодных ключей в волноводном исполнении. Приведены описание конструкции и результаты измерения характеристик в сантиметровом диапазоне волн

Ключевые слова: сканирование, р-і-п-диодные ключи, парциальные диаграммы

The formulation of the problem of rational cuis Developed sweepable aerial, based on principle of commutation of parcial'nykh diagrams of orientation by the rapid action p-i-n-diode keys in waveguide execution. Description of construction and results of measuring of descriptions is resulted in the centimetre range of waves

Keywords: scan-out, p-i-n diode keys, par-cial diagrams

1. Введение

Дискретно-амплитудное сканирование является одним из вариантов реализации фазированной антенной решетки (ФАР), в которой перемещение луча осуществляется за счет коммутации парциальных диаграм направленности (ДН).

Антенные системы ФАР уже давно заняли одно из центральных мест в методах повышения тактических и эксплуатационных характеристик радиотехнических систем, в частности, в радиолокации, космической радиосвязи, антенных измерениях и других областях, включая медицину. Вопросы развития и совершенствования теории и техники систем ФАР непрерывно расширяются, на что указывают материалы печатных работ зарубежных и отечественных исследователей и разработчиков. В связи с отмеченным, результаты, представленные в статье, являются актуальными и должны найти практическое использование разработчиками радиотехнических систем СВЧ диапазона.

2. Постановка проблемы

Решение задач повышения помехоустойчивости, быстродействия, многофункциональности современных радиосредств обуславливают одну из основных

3. Анализ последних публикаций

В [1] в достаточно простой форме дана общая постановка проблемы развития систем антенных ФАР. В частности, кроме общих сведений, анализируется задача получения линейных ФАР с равноамплитудным возбуждением, дано описание влияния неравномерности амплитудного распределения на ДН линейной антенной решетки и др.

В [2] обсуждаются проблемы пространственного сканирования в бортовых приемопередатчиках трехсантиметрового диапазона.

В [3] дана в сжатом виде общая теория антенных решеток, в том числе и дискретного фазирования с подавлением коммутационных лепестков, рассмотрен и эффект взаимного влияния парциальных излучателей.

4. Основное содержание

Целью статьи является ознакомление разработчиков антенных устройств с одним из вариантов технического решения по созданию антенных модулей волноводного исполнения для сканирования пространства повышенным его быстродействием.

На рис. 1, а представлена схема соединений основных составляющих антенного модуля, а на рис. 1, б – дан общий вид конструкции для случая, когда в качестве парциальных антенн использованы волноводные излучатели.

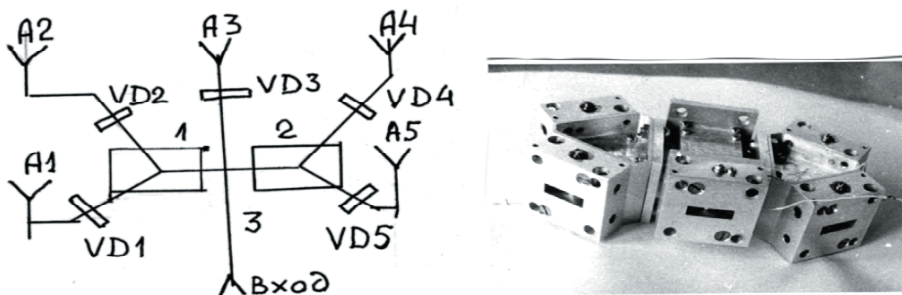


Рис. 1: а – структурная схема; б – общий вид конструкции антенного модуля

В качестве волноводных разветвителей в модуле использовались Y-тройники (1,2), подключенные к основному тракту 3 под углом 90°. В результате такого соединения излучатели А1, А2, и А4, А5 получили в плоскости поля «Н» ориентацию со смещением относительно друг друга на угол 90°, а излучатель А3 оказался смещенным на угол 45° относительно излучателей А2 и А4.

При работе с рупорными излучателями использовались пирамидальные рупоры при половинных углах $\theta_{0,5}^E \cong 25^\circ$ и $H-\theta_{0,5}^H \cong 35^\circ$ и при этом сканирующий луч имел близкую к игольчатой структуру.

Для расчета величины подавления d излучения по соседнему каналу была получена расчетная формула

$$d \cong \frac{\sin\{\pi \frac{a_p}{\lambda} \sin \theta\}}{\pi \frac{a_p}{\lambda}},$$

Согласно которой при $\lambda = 2,0$ см и $a_p \cong 6$ см величина d не превысила значение $d = 0,015$, на угловом расстоянии $\theta = 90^\circ$.

Важной задачей, стоящей при разработке антенны, было получение высокого быстродействия, которое, в основном, ограничивалось временем рассасывания накопленных носителей в i -области p - i - n -диода. На рис. 2 дана информация о процессе управления режимом сканирования

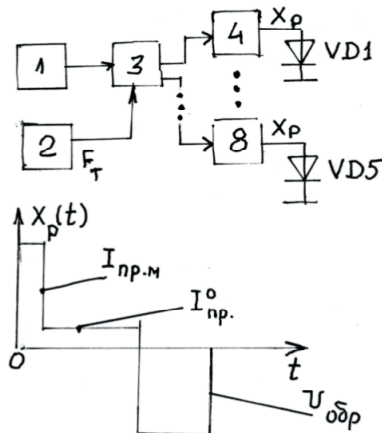


Рис.2: а – структурная схема управления; б – осциллограмма управляющего сигнала $X_P(t)$

Так, на рис. 2,а приведена схема управления, содержащая 1 - панель оператора, 2 - генератор тактовых импульсов, 3 - схему совпадений, 4-8 - формирователи сигналов управления и СВЧ ключи VD1-VD5. Сигнал $X_P(t)$ управления (рис. 2,б) представлен импульсом прямого тока $I_{пр}$, в

котором имеет место «форсирующий пик» $I_{пр-м}$ и стационарный ток $I_{пр}^0$ ($I_{пр-м} = (100-150)$ мА, $I_{пр}^0 = 50$ мА), а также обратное напряжение $U_{обр} = 30-50$ В, которое обеспечивает интенсивное рассасывания накопленных в диоде неравновесных носителей [3], и тем самым ускоряет процесс отпиарания очередного канала.

При указанных численных значениях параметров время коммутации составило $(1,0 \div 2,5)$ мкс, что для многих применений антенного модуля является удовлетворительным [4]. Характеристики модуля при работе с волноводными излучателями несколько хуже – величина d составила значение порядка 0,05.

Выводы

Разработанная физическая модель пятипозиционного антенного модуля реализованная на экспериментальном макете, показала удовлетворительные характеристики и хорошее совпадение расчетных оценок с результатами эксперимента. Дальнейшее усовершенствование, направленное на расширение дискретности, может быть достигнуто за счет наращивания разветвления каналов, при соответствующем увеличении коэффициента направленности парциальных излучателей.

Литература

1. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Учеб.для вузов//Г.А. Ерохин, О.В. Чернышев, Н.Д. Козырев, В.Г. Кочержевский; под ред. Г.А.Ерохина – М.:Радио и связь, 1996. – 352 с.,ил.
2. Приемные антенны спутникового телевидения [Текст] / И.П.Бушмынский, Д.И. Кузнецов, А.А. Романов, М.Ф. Тюхнина/ под ред. М.Ф. Тюхнина – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.-320 с., ил.
3. Царенко В.Т. Имшенецкий В.В., Борисов М.М. Автоматические устройства СВЧ: Справочник – К.: «Техника», 1983. – 152 с., ил.
4. Антенны и устройства СВЧ. Сб.задач.Учебн.пособие/ В.Ф. Хмель, А.Ф. Чаплин, И.И. Шумленский. – К.: «Выща шк., 1990. – 232 с., ил.
5. Вайсблат А.В. Коммутационные устройства СВЧ на полупроводниковых диодах. – М.: Радио и связь, 1987. -117 с., ил.