

БЕСКОНТАКТНЫЙ ДЕКАМЕТРОВЫЙ МАЛОГАБАРИТНЫЙ НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ

© 2012 г. М. А. Ксенофонтов

ОАО «НИИ вычислительных комплексов им. М.А. Карцева»

Россия, 117437, Москва, Профсоюзная ул., 108

Поступила в редакцию 11.07.2011 г.

Описан бесконтактный направленный ответвитель с размерами, много меньшими четверти длины волны. Ответвитель предназначен для поиска локальных неоднородностей в однопроводных линиях связи декаметрового диапазона.

Выделение в линии передачи сигнала, приходящего с определенного направления, является распространенной технической задачей. В сверхвысокочастотном диапазоне направленный ответвитель (н.о.) представляет собой две связанные линии передачи с длиной участка, на котором осуществляется связь между линиями, близком к четверти длины волны сигнала. Подобная структура удобна для осуществления направленного съема сигнала из однопроводной линии, необходимо только поместить в зону поля электромагнитной волны, распространяющейся в линии, параллельную связанную линию. На частотах ниже 30 МГц подобные направленные ответвители неудобны из-за громоздкости.

Однопроводные линии связи и антенны бегущей волны декаметрового диапазона имеют параметры, неоднородные по длине вследствие значительного диаметра зоны, содержащей основную часть энергии поля сигнала [1, 2], и влияния проводников и неоднородных диэлектриков, находящихся в этой зоне. Еще большие величины неоднородностей имеют место в однопроводной линии, реализованной в сети электроснабжения. Малогабаритный н.о., позволяющий бесконтактно измерять интенсивность отраженной волны при перемещении вдоль линии, обеспечивает возможность исследования и локализации неоднородностей линии.

Работа н.о. основана на съеме сигнала с линии таким образом, чтобы он разделялся на два канала, на выходе которых при одном направлении распространения возникали бы противофазные сигналы, а при противоположном направлении – синфазные [3].

Для уменьшения габаритов заменим распределенную связь двух линий на связь через сосредоточенные датчики электрического поля D_1 и D_2 (рис. 1). Пластины датчиков должны быть размещены в области, содержащей энергию поля, распространяющейся по линии волны (вблизи от

проводника линии). Корпус измерительного прибора должен быть связан с подстилающей поверхностью линии, например иметь контакт с металлическим листом, лежащим на подстилающей поверхности (емкостная связь).

Пластины датчиков расположим вдоль линии на расстоянии l друг от друга, соответствующем разности фаз φ . Сигналы с датчиков подадим на входы сумматора, причем между сумматором и вторым датчиком включим отрезок коаксиального кабеля, обеспечивающий фазовый сдвиг $\pi + \varphi$.

При распространении электромагнитной волны от D_2 к D_1 сигналы на входах сумматора противофазны и компенсируются на его выходе. При противоположном направлении волны, от D_1 к D_2 , сдвиг фаз между сигналами на входах сумматора $\pi + 2\varphi$. Нормированная амплитуда сигнала на выходе сумматора для малых φ приблизительно равна 2φ . Таким образом, при сближении датчиков полезный сигнал уменьшается. Так при расстоянии $l = \lambda/60$, что соответствует фазовому сдвигу 0.1 рад, амплитуда сигнала составляет 20% от максимального уровня достижимого при $l = \lambda/4$.

Свойства н.о. на рис. 1 при расстоянии между датчиками $l = \lambda/20$ были исследованы экспери-

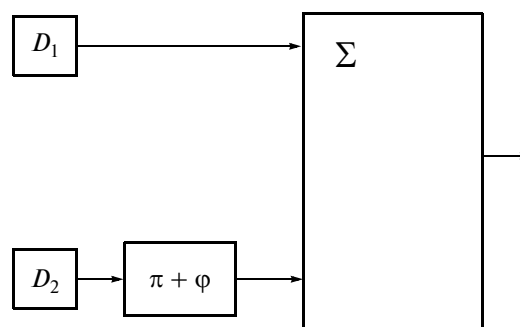


Рис. 1. Принципиальная схема направленного ответвителя.

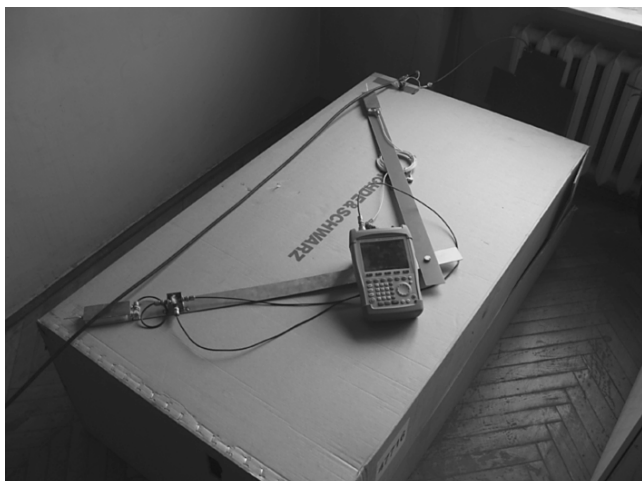


Рис. 2. Направленный ответвитель.

ментально. Для датчиков электрического поля были использованы металлические пластинки размером 30×90 мм. Измерения проводились на макете согласованной однопроводной линии в диапазоне частот 10–30 МГц измерителем S-параметров Agilent 8753 или батарейным анализатором спектра FSH3 фирмы Rohde & Schwarz. Расстояние между датчиками составляло 1 м. Внешний вид направленного ответвителя показан на рис. 2.

Для обеспечения работы в линиях с различными значениями фазовой скорости сигнала была использована рычажная конструкция, в которой возможно легкое изменение расстояния между датчиками. С этой целью пластины емкостных датчиков были установлены на концах стержней, имеющих общую ось. При изменении расстояния

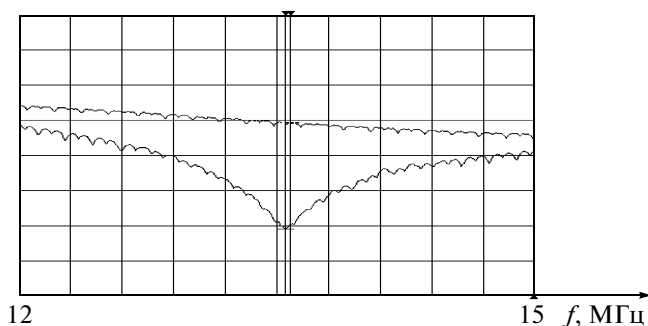


Рис. 3. Сигнал на выходе направленного ответвителя для противоположных направлений распространения волны. Масштаб по вертикали 10 дБ/клетка.

между датчиками устанавливается требуемое соотношение между фазовым набегом в линии и фиксированным фазовым сдвигом во втором канале ответвителя.

На рис. 3 представлены частотные зависимости сигналов на выходе направленного ответвителя для противоположных направлений распространения сигнала в линии.

В результате были получены следующие значения величины направленности ответвителя: не менее 10 дБ в полосе 2 МГц и не менее 30 дБ в полосе 100 кГц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенберг Г.З. Антенны ультракоротких волн. М.: Связьиздат, 1957.
2. Фельдштейн А.Л., Явич Л.Р. Синтез четырехполюсников и восьмиполюсников на СВЧ. М.: Связь, 1965.
3. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ. Т. I. Техника СВЧ. М.: Высш. шк., 1970.