

Изобретение относится к радиотехнике и предназначено для выбора сигнала одной из двух ортогональных плоско-поляризованных электромагнитных волн.

В современных приемных антеннах, используемых для космической радиосвязи и телевидения выбор поляризации осуществляется механическим или магнитным поляризатором.

Механический поляризатор (Злотников Е.А. и др. Прием телевидения со спутников // Вестник связи. - 1990. - №6. - С.47, рис.5.6) содержит отрезок круглого волновода, в котором расположен линейный возбудитель, выполненный в виде индуктивного емкостного зонда. Выбором положения зонда добиваются наличия сигнала одного вида поляризации на входе приемника. При переходе на прием сигнала ортогональной поляризации зонд поворачивают на  $90^\circ$ .

В указанном поляризаторе происходит преобразование волны  $H_{11}$  в круглом волноводе в поперечную электромагнитную волну в коаксиально-волноводном переходе, а затем преобразование ее в волну  $H_{10}$  в прямоугольном волноводе. Двойное преобразование типов волн приводит к увеличению КСВ и потерь.

Известен поляризационный селектор (Модель А.М. Фильтры СВЧ в радиорелейных системах. - М.: Связь, 1967. - С.251, рис.7.11). Селектор представляет собой волноводный тройник. Отрезок прямоугольного волновода с помощью продольной щели связан с отрезком круглого волновода, в одном из плеч которого диаметрально расположена металлическая пластина. При подаче в противоположное плечо круглого волновода волн ортогональных поляризаций одна из них, вектор  $\vec{E}$ , который перпендикулярен пластине, пройдет во второе плечо отрезка круглого волновода, другая волна ответвляется в прямоугольный волновод. Пластина отражает волну, вектор  $\vec{E}$  которой лежит в плоскости пластины.

Оба сигнала принимаются одновременно. Это требует использования двух приемных телевизионных конверторов (или приемников), выходы которых связаны через коммутатор с трактом промежуточной частоты приемника. Применение двух конверторов усложняет конструкцию и повышает ее стоимость.

Общим недостатком рассмотренных устройств является ортогональное расположение облучателя и конвертора, что приводит к частичному перекрытию зеркала параболической антенны, что уменьшает ее эффективную поверхность.

В качестве прототипа выбран магнитный поляризатор (Злотников Е.А. и др. №6. - С.48, рис.5.7), который содержит отрезок круглого волновода вдоль оси которого расположен ферритовый стержень, катушка подмагничивания и отрезок прямоугольного волновода. При распространении волны в намагниченном феррите направление плоскости поляризации зависит от магнитного поля, а следовательно, оттока подмагничивания. Если ток в катушке отсутствует в отрезке прямоугольного волновода возбуждается сигнал одной поляризации. При наличии определенного тока подмагничивания в прямоугольном волноводе будет возбуждаться сигнал ортогональной поляризации.

Недостатком магнитного поляризатора является относительно большие потери и узкая полоса рабочих частот. Потери обусловлены диссипативными потерями в феррите и конечным значением коэффициента отражения поляризатора. Результирующие потери составляют 0,3 - 0,5дБ. Частотная зависимость обусловлена взаимосвязью угла поворота плоскости поляризации и величиной напряженности магнитного поля, которые для разных частот различны.

Задачей предлагаемого изобретения является уменьшение потерь, без уменьшения эффективной поверхности антенны.

Решение поставленной задачи достигается тем, что устройство для выбора плоскости поляризации электромагнитной волны содержит в круглом волноводе диаметрально расположенную тонкую диэлектрическую пластину, вносящую фазовый сдвиг  $180^\circ$  для электромагнитной волны, вектор  $\vec{E}$  которой параллелен пластине и отрезок прямоугольного волновода, расположенный соосно с круглым. Отрезок прямоугольного волновода является входом конвертора.

Из поступающих, на вход круглого волновода двух ортогональных линейно поляризованных волн (или одной из них) в прямоугольный волновод пройдет только та, вектор  $\vec{E}$  которой будет перпендикулярен широкой стенке прямоугольного волновода.

Для приема сигнала другой волны (или другой поляризации), следует повернуть  $180^\circ$ -градусную диэлектрическую пластину на угол  $45^\circ$  относительно оси круглого волновода. При этом прямоугольный волновод будет возбуждаться ортогонально-поляризованной электромагнитной волной.

Сравнение известных устройств с предлагаемыми показывает, что надежность его выше, чем у механического с поворачиваемым зондом, меньше габариты чем поляризационного селектора в плоскости зеркала антенны и не требуется двух конверторов.

Заявляемое устройство имеет меньшие потери из-за отсутствия феррита; конструктивно проще и технологичнее, а следовательно, дешевле по сравнению с приведенными аналогами. Вышеизложенное позволяет сделать вывод о более высоких технико-экономических параметрах заявляемого устройства.

На чертеже (фиг.) представлена схема общего вида устройства для выбора плоскости поляризации электромагнитной волны.

Устройство содержит отрезок круглого волновода 1 с диаметрально расположенной  $180^\circ$ -градусной диэлектрической пластиной 2 и отрезок прямоугольного волновода 3. Поворот диэлектрической пластины на угол  $45^\circ$  может осуществляться различными способами: поворотом круглого волновода вокруг своей оси, поворотом пластины внутри волновода с помощью шагового двигателя или электромагнита. Механизм поворота на чертеже не показан.

Работа устройства для выбора плоскости поляризации осуществляется следующим образом.

Диэлектрическая пластина находится под произвольным углом к широкой стенке отрезка прямоугольного волновода. На вход круглого волновода поступают сигналы двух линейно-поляризованных волн, векторы напряженности

электрического поля  $\vec{E}_1$  и  $\vec{E}_2$  которых взаимно перпендикулярны. Первоначально поворотом всего устройства вокруг своей оси добиваются максимума сигнала на выходе прямоугольного волновода, т.е. на входе конвертора. При этом каждая из линейно-поляризованных волн может

быть рассмотрена как сумма двух  $\vec{E}_a$  - перпендикулярная пластине и  $\vec{E}_e$  - параллельная пластине (фиг.2). На фиг.2 показана одна из двух линейно-поляризованных волн -  $\vec{E}_1$ . Волна  $\vec{E}_a$  распространяющаяся в воздухе, пройдет на выход устройства не изменив своего направления. Волна  $\vec{E}_e$ , пройдя через 180-градусную диэлектрическую пластину, изменит направление вектора  $\vec{E}_e$  на противоположное  $-\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_e$ . Тогда результирующий вектор  $\vec{E}_0$  изменит свое направление на угол  $2\varphi$ , где  $\varphi$  - угол между плоскостью поляризации падающей электромагнитной волны и нормалью к поверхности диэлектрической пластины.

Максимальный сигнал на входе конвертора будет соответствовать положению устройства, при котором вектор  $\vec{E}_{01}$  будет перпендикулярен широкой стенке прямоугольного волновода. При этом вектор  $\vec{E}_{02}$  второй волны, для которого справедливы приведенные выше рассуждения, будет параллелен широкой стенке прямоугольного волновода и на вход конвертора не попадает, поскольку для основного типа волны  $H_{10}$  и положения вектора  $E$  он будет за пределами. Для выбора сигнала с ортогональной поляризацией  $E$  диэлектрическую пластину следует повернуть на угол  $45^\circ$ . При этом пространственное положение векторов  $\vec{E}_{01}$  и  $\vec{E}_{02}$  изменится на  $90^\circ$  по отношению к стенкам прямоугольного волновода.

Для пояснения принципа действия 180-градусной диэлектрической пластины в круглом волноводе рассмотрен общий случай, когда вдоль оси  $z$  круглого волновода распространяется одна линейно-поляризованная волна, падающая на диэлектрическую пластину. Тогда на выходе пластины получим две плоские волны

$$\vec{E}_b = \vec{i}_x E_b \cos(\omega t - \beta z) \text{ и } \vec{E}_e = \vec{i}_y E_e \cos(\omega t - \beta z - \Psi);$$

где  $\Psi$  - угол фазового сдвига между волнами, вносимый диэлектрической пластиной;

$\vec{E}_a$  - вектор электрического поля нормальной пластины;

$\vec{E}_e$  - вектор электрического поля параллельной пластине.

Результирующая волна будет иметь сложную поляризационную структуру. Вектор

напряженности электрического поля  $\vec{E}_0 = \vec{E}_a + \vec{E}_e$  суммарной волны имеет две проекции  $E_x$  и  $E_y$ . В плоскости  $z = 0$  на выходе пластины:

$$E_x = E_b \cos \omega t; E_y = E_e \cos(\omega t - \Psi);$$

$$\frac{E_x}{E_b} = \cos \omega t; \frac{E_y}{E_e} = \cos \omega t \cos \Psi - \sin \omega t \sin \Psi$$

х sin  $\Psi$  (фиг.3)

Откуда

$$\frac{E_x^2}{E_b^2} + \frac{E_y^2}{E_e^2} - 2 \frac{E_x E_y}{E_b E_e} \cos \varphi = \sin^2 \Psi.$$

Это уравнение эллипса. Таким образом эллипсоидограф вектора  $E$  в плоскости  $z = 0$ , а результирующая волна - волна с эллиптической поляризацией.

При фазовом сдвиге вносимом диэлектрической пластиной

$$180^\circ - \Psi = 180^\circ$$

выражение примет вид

$$\frac{E_x}{E_b} + \frac{E_y}{E_e} = 0 \text{ или } E_y = -\frac{E_e}{E_b} E_x$$

т.е. мы получим линейно поляризованную волну.

При отличии фазового сдвига  $\Psi$  вносимого диэлектрической пластиной от  $180^\circ$  в круглом волноводе возникнет эллиптическая поляризация, что приведет к уменьшению ослабления волны с ортогональной поляризацией. Длина  $L$  180-градусной диэлектрической пластины определяется величиной относительной диэлектрической проницаемости диэлектрика

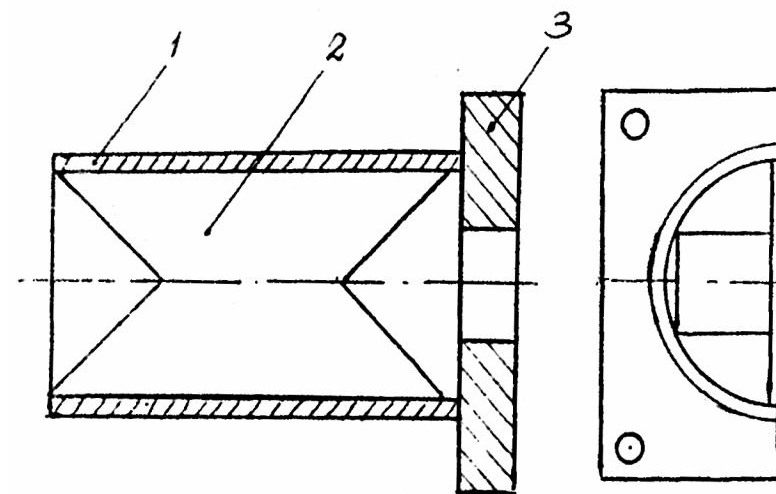
$$\Psi = \frac{2\pi L \sqrt{\epsilon}}{\lambda_b} = \pi,$$

$$L = \frac{\lambda_b}{2 \sqrt{\epsilon}}.$$

откуда

Применяя диэлектрики с высокой диэлектрической проницаемостью можно существенно уменьшить размеры всего устройства.

Предложенное устройство благодаря улучшению электрических параметров, технологичности и меньшей стоимости найдет широкое применение в антенных системах спутникового телевидения и космической связи.



Фиг.