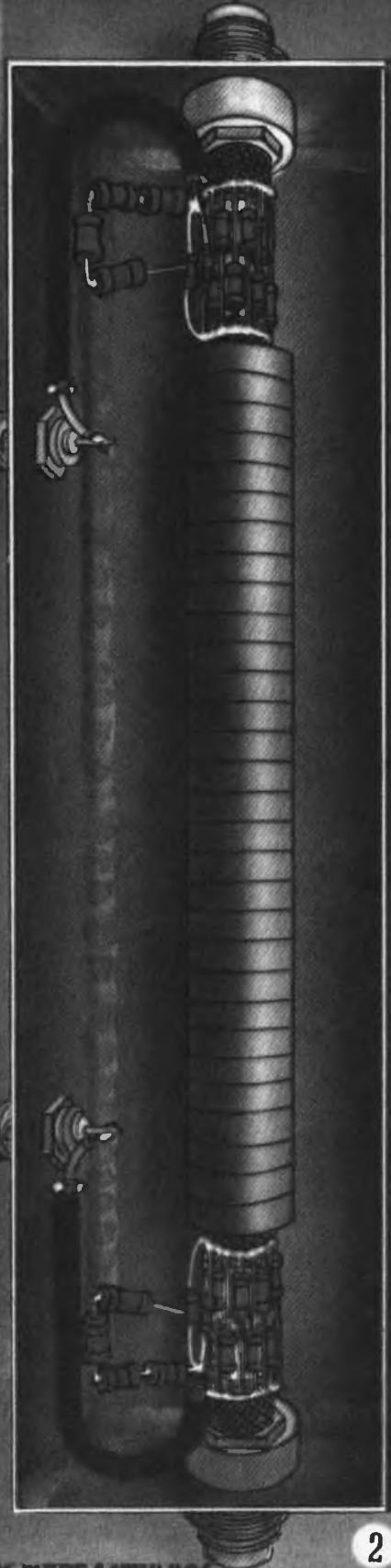
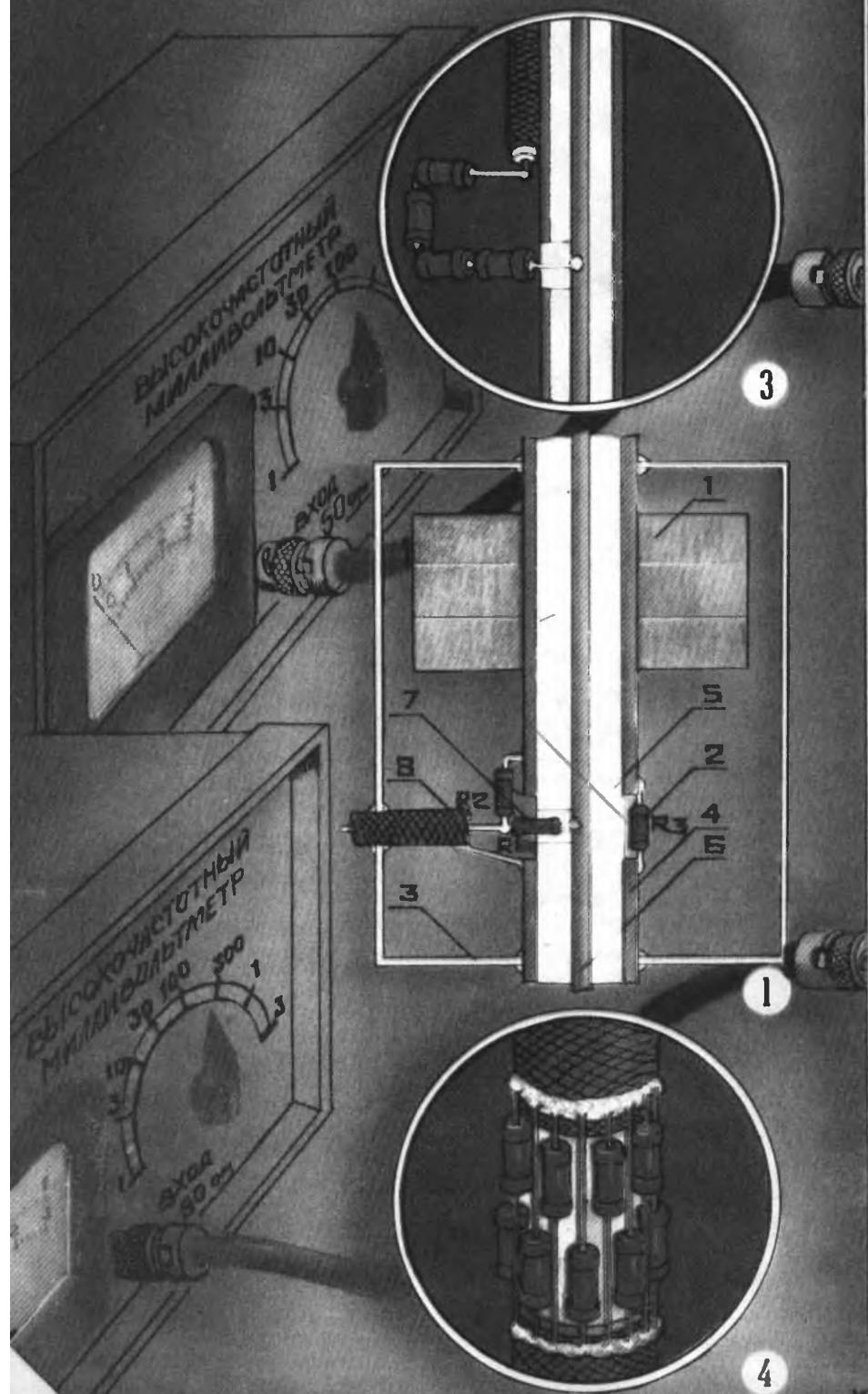


К АНТЕННЕ

АКСИАЛЬНЫЙ НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ



К ПРЕДАЧЕ



Направленный ответвитель (НО) — это устройство, позволяющее ответвить часть энергии, проходящей по фидеру, таким образом, что при одном направлении распространения электромагнитной волны сигнал на выходе ответвителя $U_{\text{отв}} = U_{\phi}/K_U$ (U_{ϕ} — напряжение на фидере, K_U — коэффициент деления ответвителя), а при противоположном направлении распространения — $U_{\text{отв}} = 0$. Известно много различных вариантов выполнения направленных ответвителей, но большинство из них имеют один общий недостаток — они относительно узкополосны. Это заставляет при использовании НО, например, в измерителях КСВ вводить регулировку чувствительности.

Описываемый коаксиальный направленный ответвитель позволяет измерять КСВ в полосе частот от 1 до 500 МГц, мощность в фидере вне зависимости от значения КСВ в указанной полосе частот, исследовать ВЧ тракты на наличие неоднородностей в разъемных соединениях и фидере (до долей процента), определять с высокой степенью точности местонахождения пробоев, замыканий, разрывов и т. п. в кабеле и других элементах ВЧ трактов, использовать в системах полудуплекса и т. д.

НО состоит из датчиков тока и напряжения и сумматора. Упрощенная эквивалентная схема приведена на рис. 1 в тексте, где I_{ϕ} обозначает ток

в фидере (знак зависит от направления распространения волны), ρ — волновое сопротивление кабеля, $R1, R2$ — резисторы в датчике напряжения, $R3$ — в датчике тока. Если $R1 \gg R2 = \rho \gg R3$, математическое описание работы устройства существенно упрощается. В итоге получается, что $U_{\text{отв}} = (U_{\phi} \pm U_{\phi}) : 2K_U$, где $K_U = \rho / R3 = R1 / \rho$ — коэффициент деления НО. Таким образом, для волны, распространяющейся в прямом направлении, $U_{\text{отв}} = U_{\phi} / K_U$, а для волны, распространяющейся в противоположном направлении, $U_{\text{отв}} = 0$.

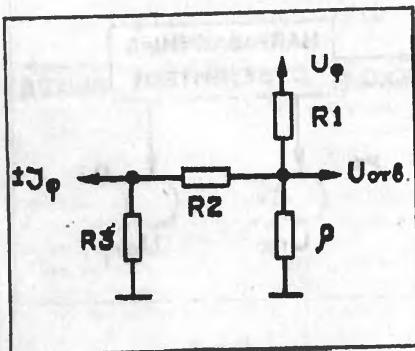


Рис. 1

Широкополосность описываемого НО обусловлена оригинальным конструктивным исполнением (см. рис. 1 на 2-й с. вкладки).

Датчик тока выполнен в виде одновиткового трансформатора тока, об缠вованного внутренней центральной жилой фидера (первичный виток) и специальной полостью в экране, играющей вместе с оплеткой фидера роль вторичного витка. Магнитная связь между внутренним объемом фидера, в диэлектрике которого распространяется электромагнитная волна, и полостью создается за счет разрыва оплетки фидера внутри полости. Вторичный виток нагружен на шунт, выполненный из резисторов, равномерно расположенных по периметру разрыва. На эквивалентной схеме они также обозначены как $R3$.

При таком конструктивном исполнении паразитная индуктивность шунта ирреклажимо мала по сравнению с индуктивностью отрезка фидера. На низких частотах должно выполняться условие $R3 < \omega L_t$, где ω — нижняя частота сигнала, L_t — индуктивность вторичного витка трансформатора. Для увеличения L_t применен замкнутый магнитопровод из ферритовых колец, надетых на оплетку фидера рядом с ее разрывом.

Датчик напряжения представляет собой резистивный делитель $R1R2$, включенный между центральным проводником

ком фидера и выходом датчика тока, что и создает режим направленного ответвления.

Делитель $R1R2$ включен параллельно фидеру, датчик тока $R3$ — последовательно. Такая Г-образная цепочка обеспечивает согласование в широкой полосе частот и некоторое постоянное ослабление сигнала, проходящего по фидеру, исключая при этом частотные искажения проходящего и ответвленного сигналов.

Практическая конструкция, предназначенная для измерения КСВ и мощности в фидере, выполнена в виде двух встречно включенных НО, как показано на рис. 2 вкладки. Экран, играющий одновременно роль несущей конструкции, спаян из фольгированного стеклотекстолита. Размеры экрана некритичны. Предлагаемая конструкция рассчитана на применение фидера с волновым сопротивлением 50 Ом и максимальную мощность передатчика около 200 Вт при КСВ < 4 . При меньших значениях КСВ допустимая мощность пропорционально увеличивается, при больших — снижается. Коэффициент деления ответвленных сигналов выбран $K_U = 100$.

$R1$ составлен из четырех последовательно включенных резисторов МЛТ-1

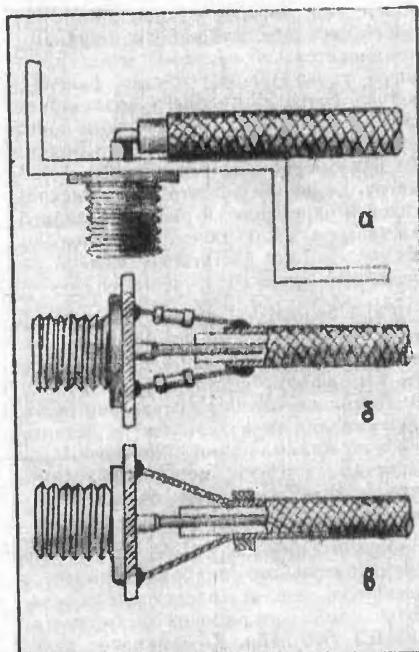


Рис. 2

сопротивлением 1,2 и 1,3 кОм — по 2 резистора (см. рис. 3 на вкладке). $R3$ выполнен из 15 резисторов МЛТ-0,5 сопротивлением 7,5 Ом, размещенных рав-

1. Схематический чертеж направленного ответвителя: 1 — ферритовые кольцевые магнитопроводы, 2 — резисторы датчика тока, 3 — экран, 4 — оплетка кабеля, 5 — диэлектрик кабеля, 6 — центральный проводник, 7 — резисторы датчика напряжения, 8 — ответвляющий кабель

2. Конструкция коаксиального направленного ответвителя

3. Конструктивное выполнение резистора $R1$ датчика напряжения

4. Конструктивное выполнение резистора $R3$ датчика тока.

Рис. А. Оникиенко

номерно по периметру оплётки кабеля в два ряда и плотно прилегающих к диэлектрику (см. рис. 4 на вкладке). $R2$ представляет собой два включенных параллельно резистора МЛТ-0,25 номиналом 100 Ом, расположенные на высоте 1,5...2 мм над резисторами датчика тока и на расстоянии 8...15 мм друг от друга. Прежде чем подключать резисторы, следует убедиться в том, что они не имеют спиральной токопроводящей канавки, заметно увеличивающей паразитную индуктивность. Расстояние от $R1$ до экрана должно быть не менее 15...20 мм. Ферритовые кольцевые магнитопроводы проницаемостью 600...4000 при использовании кабеля РК50-7-11 должны иметь внутренний диаметр 8...15 мм. НО может быть выполнен непосредственно на имеющемся фидере, в любом его месте.

При изготовлении НО оплётка должна плотно и равномерно прилегать по всей длине к диэлектрику, для чего используют бандаж из тонкой проволоки или нити.

Конструкция прибора получается достаточно простой, если применить приборно-кабельные разъемы. Если же их нет, то можно использовать приборные разъемы, приемы соединения которых с НО приведены на рис. 2 в тексте. Вариант *а* может быть рекомендован при работе на частотах до 30 МГц, *б* и *в* — на частотах до 500 МГц. Конус (см. вариант *в*) при этом либо образуется оплёткой кабеля, либо изготавливается из листовой меди, латуни и т. п. Оплётку жестко фиксируют на срезе внутреннего диэлектрика кабеля прижимом, а оставшуюся часть расплющают. Распаянные проводники равномерно распределяются по периметру. Большой диаметр конуса несуществен и определяется размером задней части разъема. Необходимый электрический контакт достигается пайкой по всему периметру.

Если подобрать резисторы датчиков тока, напряжения и сумматора с точностью $\pm 1\%$ от указанных номиналов, то налаживать устройство не нужно. В противном случае желательно подобрать один из резисторов в датчике тока по минимальному значению $U_{\text{отр}}$. Отметим, что эти меры необходимы только при измерении очень малых значений КСВ, меньших, чем 1,05.

Опытный образец, выполненный без предварительного подбора деталей и настройки, показал следующие результаты: диапазон рабочих частот составил 0,3...500 МГц. Коэффициент деления был равен 100 ± 5 . На частоте 30 МГц коэффициент направленности ухудшился на 2%, на 500 МГц — на 5%. Магнитопровод состоял из 30 колец типа размером $K20 \times 10 \times 6$ из феррита с проницаемостью 1000. Поскольку в любительской связи нижняя граница используемых частот составляет 1,8 МГц,

то число колец можно уменьшить до 6—7.

Схема подключения измерительных приборов показана на рис. 3 в тексте. На ней $P1$ и $P2$ — высокочастотные вольтметры или осциллографы с входным сопротивлением 50 Ом и полосой пропускания, допускающей измерение максимальной частоты исследуемого тракта. При этом $\text{КСВ} = (U_{\text{пр}} + U_{\text{отр}}) / (U_{\text{пр}} - U_{\text{отр}})$. $R_{\text{пр}} = K_U^2 (U_{\text{пр}}^2 - U_{\text{отр}}^2) / 4$.

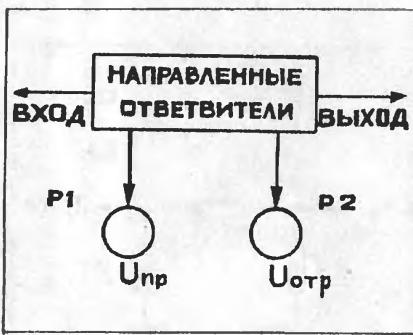


Рис. 3

При определении местоположения неоднородностей в фидере (в том числе обрывов или замыканий) с помощью двухлучевого высокочастотного осциллографа измеряют временной интервал между зондирующими и отраженным прямоугольными короткими импульсами и, учитывая скорость распространения электромагнитной волны в кабеле (приблизительно $2 \cdot 10^8$ м/с), вычисляют искомое расстояние от НО до неоднородности.

Следует отметить, что в случае применения коаксиального направленного ответвителя только на УКВ, где используются существенно меньшие мощности, можно расширить диапазон его рабочих частот вверх. Для этого необходимо уменьшить K_U до 10...20, применить для $R3$ резисторы МЛТ-0,125, расположенные в один ряд, $R1$ заменить на один резистор типа МЛТ-0,5 или МОН и сделать делитель датчика напряжения частотно компенсированным (для нейтрализации паразитной емкости резистора $R1$). Эти меры позволяют достичь верхней границы в 1...1,5 ГГц.

г. Челябинск,
г. Москва

Авторское свидетельство № 346770, библиотека № 23 от 26.07.72.

БЛОК КАРЦЕВЫХ ФИЛЬТРОВ

Кто из коротковолновиков не знает, как сложно работать в крупных соревнованиях на диапазоне 7 МГц. Днем мешают близко расположенные передатчики своих же товарищей, а вечером — к ним добавляются еще и радиовещательные станции. Бороться с возникающими при этом перекрестной модуляцией и блокированием лучше всего с помощью узкополосных кварцевых фильтров, устанавливаемых на входе приемника. Однако перекрыть фильтрами с полосой пропускания несколько килогерц весь телеграфный участок затруднительно.

Используя широко распространенные кварцевые резонаторы от радиостанции РСИУ-3, можно сделать два фильтра и «вырезать» или два наиболее оживленных участка. Первый фильтр (собран на кварцах А313) имеет полосу пропускания от 6998 до 7005 кГц, второй (в нем использованы кварцы Б460) от 7012 до 7019 кГц. В пределах полосы пропускания каждый фильтр вносит затухание около 2...3 дБ, а при расстройке на 10 кГц — не менее 42 дБ.

Каждый фильтр состоит из двух дифференциальномостовых звеньев, включенных последовательно (см. рисунок). Частоты последовательного резонанса кварцев $B2$, $B3$ ($B6$, $B7$) и параллельного кварцев $B1$, $B4$ ($B5$, $B8$) одинаковы. При этом полоса пропускания фильтра примерно равна удвоенной разности резонансных частот каждой пары кварцев. Колебательные контуры $L1C1$ и $L2C2$ настроены на середину полосы пропускания каждого фильтра. Резисторы $R1$ — $R4$ служат для выравнивания частотной характеристики.

Перед изготовлением фильтров сначала следует измерить частоты последовательного и параллельного резо-

