Измеритель КСВ в широком диапазоне мощностей.

В ARRL Antenna book, 19-е издание, опубликована статья о повышении точности измерения КСВ в широких пределах. Приведено описание измерителя КСВ с подробными теоретическими выкладками. На основе этой информации мною была проведена доработка приведённой схемы мощного измерителя КСВ, схему которого предлагаю вашему вниманию (Рис. 1) Основной целью доработки была необходимость измерять КСВ в диапазоне от 50 ватт до нескольких киловатт с приемлемой точностью измерения. Диапазон измерений достаточно широк и накладывает определённые требования к измерительной части, конкретно, к детекторам. Для детектирования мощности обычно применяют германиевые диоды, поскольку они более линейны в нижней части характеристики и имеют более низкий уровень отсечки, чем кремниевые. Но при больших уровнях напряжений германиевые диоды не выдерживают, часто выходят из строя и начинают ограничивать верхние значения амплитуд раньше, чем кремниевые. В приведённой на рис. 1 схеме измерителя используются и германиевые, и кремниевые диоды, но для разных пределов измерений. Это позволяет проводить точные замеры КСВ на невысоких уровнях мощности – 50…100 ватт, и работу с постоянным контролем КСВ (например, для тьюнера это немаловажно) при больших мощностях. Непосредственно за основу взята схема измерителя КСВ из статьи (см. выше).

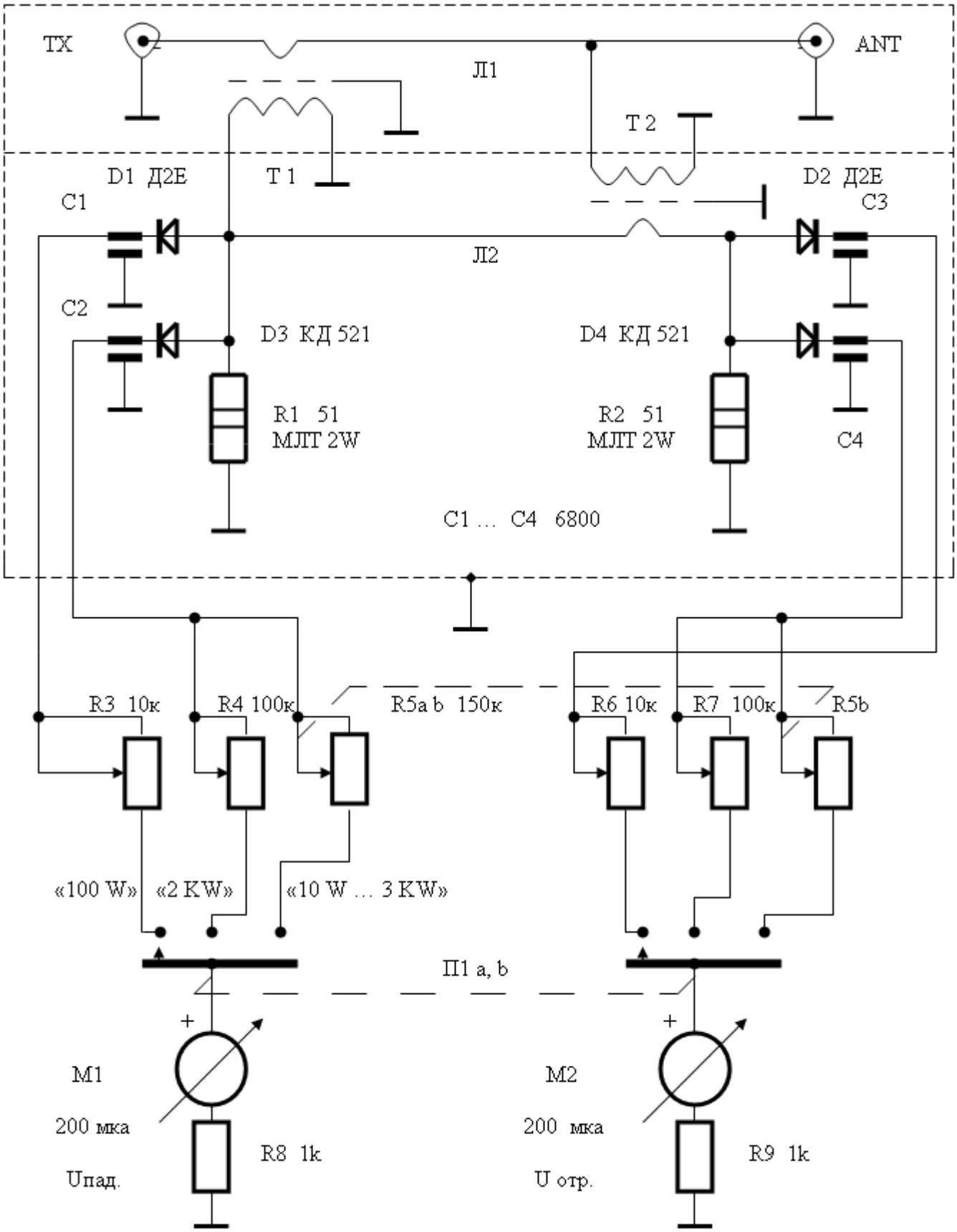
Схема представляет направленный ответвитель на двух линиях (Л1 и Л2) из 50-много коаксиального кабеля и трансформаторах на ферритовых кольцах. Прямая и отражённая волны детектируются независимыми детекторами и результирующие напряжения отображаются независимыми измерительными головками. Это удобно и наглядно, особенно при работе с антенными тьюнерами - постоянный контроль за КСВ.

Я подробно не останавливаюсь на теории, которая хорошо описана в оригинальном источнике (Глава 27), только некоторые детали самой конструкции.

Сам ответвитель изготовлен в ВЧ блоке, состоящем из 2-х отсеков, в которых размещены две линии с трансформаторами. Линии изготовлены из коаксиального кабеля. Первичная обмотка трансформаторов Т1 и Т2 - центральная жила кабеля. Оплётка кабеля заземлена С ОДНОЙ СТОРОНЫ!! Между обмоткой трансформатора и оплёткой (можно оставить и пластиковую изоляцию, если внутренний диаметр кольца позволяет) наматывается фторопластовая лента для изоляции от ВЧ напряжения. Сами трансформаторы намотаны на ферритовом кольце подходящего диаметра (у меня 28х14х10) и проницаемостью 1000 … 3000 НН. Обмотка выполнена проводом во фторопластовой изоляции и состоит из 20-30 витков (зависит от проницаемости колец и мощности ТХ). Монтаж схемы должен быть выполнен с очень высокой симметрией, - от этого зависит точность измерений. Все заземления желательно делать в одной точке для каждого из отсеков. Связь ВЧ блока с измерительной (головки и калибровочные потенциометры) осуществляется через проходные конденсаторы. Пределы измерений калибруются соответствующими калибровочными потенциометрами. Для себя я добавил плавный предел, который без требования высокой точности позволяет пользоваться измерителем в широком диапазоне мощностей. Для этого применён сдвоенный переменный потенциометр R5, выведенный на переднюю панель.

Настройка: подстроечными потенциометрами R3 и R4 калибруют соответствующую мощность на М1 в соответствии со шкалой применённых головок на нагрузке 50 ом. На нагрузке 75 ом с помощью R6 и R7 получают на шкалах М1 и М2 значение КСВ = 1,5 .Формула измерения КСВ - стандартная: (М1 + М2) : (М1 – М2).

Диоды Д2Е можно заменить на Д9Ж или на любые другие подходящие германиевые. Желательно подобрать пару с одинаковыми характеристиками. КД521Б – наиболее подходящие кремниевые для замеров высоких мощностей (до 100 вольт по амплитуде измеряемых напряжений)



На рис.2 приведена монтажная схема оригинального варианта из ARRL Antenna book.

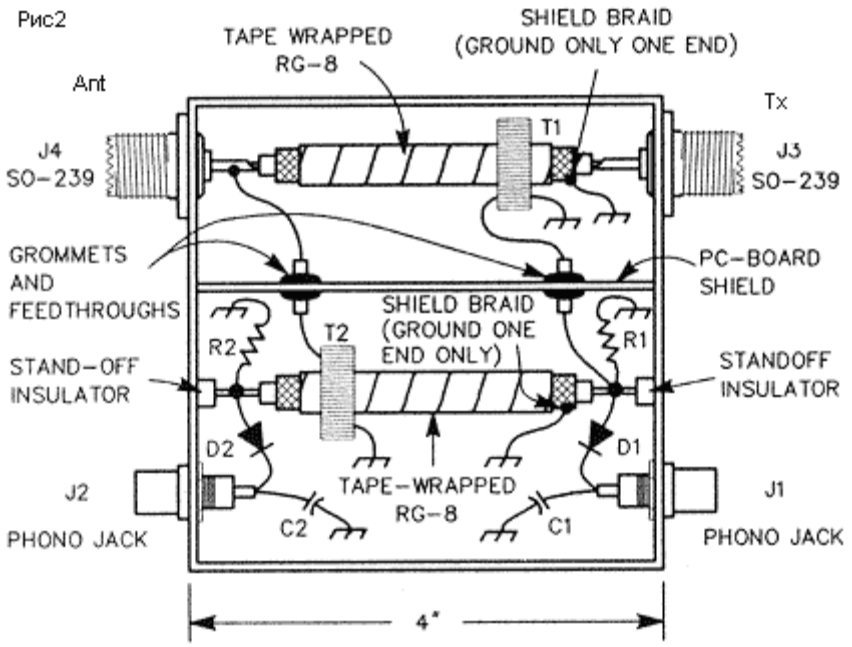


Fig 20—Directional-coupler construction details. Grommets or feedthrough insulators can be used to route the secondary winding of T1 and T2 through the PC board shield. A 3½ × 3½ × 4-inch box serves as the enclosure.