

## Методика точного измерения КСВ

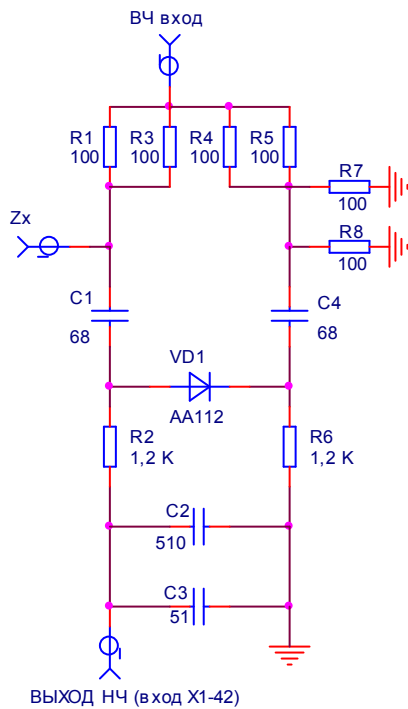


Рис. 1

В радиолюбительской литературе последних лет подробно рассмотрены вопросы практической реализации мостовых ВЧ рефлектометров и их применения для наблюдения частотной характеристики КСВ антенн (или других нагрузок -  $Z_x$ ) с помощью приборов для исследования АЧХ (X1-7, X1-50, X1-48 и им подобных). В данной статье рассмотрена методика точного измерения КСВ в «домашних» условиях.

На рис.1 приведена, ставшая классической, схема мостового ВЧ рефлектометра.

Номиналы образующих мост резисторов не должны отличаться от измеряемого волнового сопротивления более чем на 1%. Ёмкость конденсаторов C1 и C4 определяет нижнюю рабочую частоту, равную 10МГц при указанных на схеме номиналах. Для снижения нижней рабочей частоты до 1МГц их ёмкость необходимо увеличить до 470 - 680пФ, при этом верхняя рабочая частота понизится до 500 - 800МГц. Тип применяемого диода определяет чувствительность моста. Для большинства практических измерений в полосе частот 1 - 1000МГц пригодны диоды

ГД508А, а для измерения КСВ не лучше 1,2 или при наличии генератора с выходной мощностью 50-100мВт можно использовать КД503А.

Использование арсенид-галлиевых диодов необходимо для работы в полосе 1 - 2000МГц и выше при измерении КСВ от 1,05 с выходной мощностью генератора 10 - 20мВт .

Выходной сигнал такого рефлектометра пропорционален модулю коэффициента отражения  $|K|$ , связанному с КСВ известным соотношением:  $КСВ = \frac{|K| + 1}{|K| - 1}$ .

При необходимости измерения КСВ необходимо лишь точно определить  $|K|$ , для чего следует откалибровать измерительную схему (рис. 2).

Задача упрощается при использовании ВЧ генератора с калиброванным выходным аттенуатором (АТТ), имеющим шаг 1 дБ или менее.

В этом случае для калибровки на частоте измерений при отключенной нагрузке ( $Z_x$ ) и затухании АТТ 2 - 4дБ (для выравнивания неравномерности частотной характеристики) устанавливают его максимальные показания регулировкой чувствительности индикатора. Затем подключают  $Z_x$  и отмечают новые показания индикатора. Далее – снова отключают  $Z_x$  и, не изменяя чувствительности индикатора, увеличивают затухание АТТ до установки на индикаторе отмеченных ранее показаний. Получившаяся разница затуханий АТТ численно равна  $|K|$  в дБ. После этого для перевода полученных значений  $|K|$  в КСВ можно произвести расчёт по приведённой ранее формуле или воспользоваться данными таблицы 1.

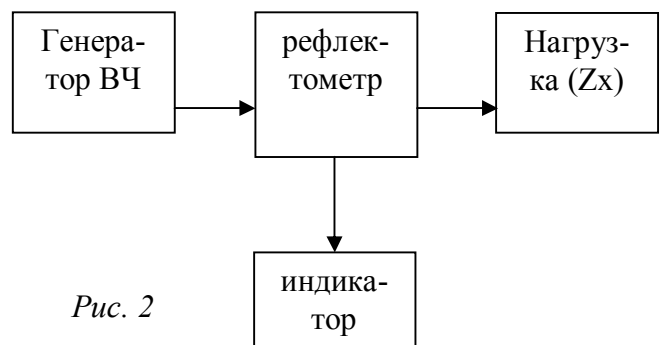


Рис. 2

Таблица 1.

К, дБ	КСВ	К, дБ	КСВ	К, дБ	КСВ
1	17,3910	11	1,7849	21	1,1957
2	8,7242	12	1,6709	22	1,1726
3	5,8480	13	1,5769	23	1,1524
4	4,4194	14	1,4985	24	1,1347
5	3,5698	15	1,4326	25	1,1192
6	3,0095	16	1,3767	26	1,1055
7	2,6146	17	1,3290	27	1,0935
8	2,3229	18	1,2880	28	1,0829
9	2,0999	19	1,2528	29	1,0736
10	1,9250	20	1,2222	30	1,0653

Точность выполненного измерения зависит только от нестабильности выходного напряжения генератора и погрешности аттенуатора.

В качестве генератора ВЧ, кроме прибора для исследования АЧХ, можно использовать любой генератор ВЧ, например Г4-107 или любой другой с калиброванным аттенуатором на выходе.

Выход рефлектометра можно подключать не только к индикаторному блоку прибора для исследования АЧХ, но и к любому вольтметру постоянного тока с соответствующей чувствительностью (100 - 2000мВ при мощности генератора 10 - 100 мВт).

В зарубежной практике профессиональных радиоизмерений используют такой параметр, как обратные потери (return loss - RL), который эквивалентен коэффициенту отражения. Эти данные, как правило, и приводятся в технической литературе. Пользуясь данными *таблицы 1* несложно осуществить перевод RL в КСВ (SWR) и наоборот.

Родыгин Е.А.  
[ru4pg@mail.ru](mailto:ru4pg@mail.ru)  
 г. Казань