

Простой автоматический КСВ-метр со светодиодной шкалой

Автоматические измерители КСВ приобрели заслуженную популярность благодаря тому, что не требуют постоянной калибровки, что существенно упрощает сам процесс измерений и обеспечивают возможность непосредственного оперативного контроля качества согласования антенно-фидерного тракта при работе в эфире. Очень привлекательны с точки зрения эргономики и дизайна, удобства визуального контроля КСВ-метры со светодиодными индикаторами.

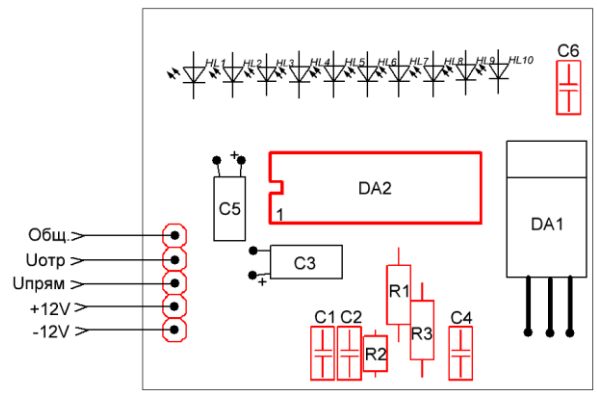
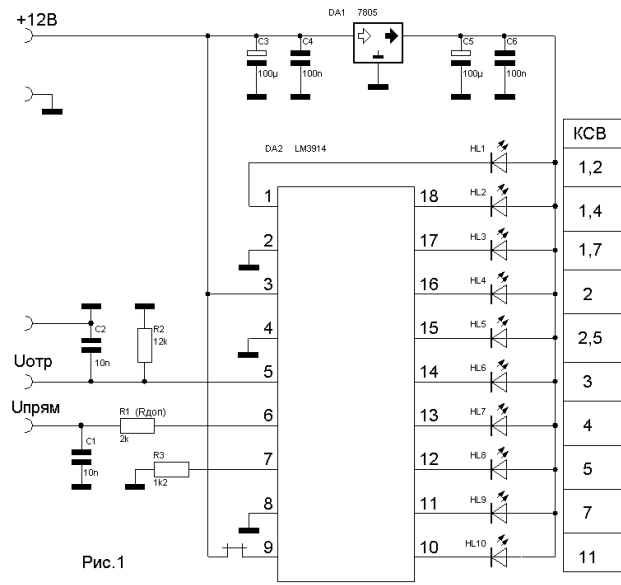
Стоит отметить две важные особенности этих устройств:

- операция калибровки или автокалибровки как таковая отсутствует за ненадобностью. Точность измерения определяется только точностью подбора значений резисторов и чувствительностью компараторов;
- хорошее быстроедействие позволяет рекомендовать их применение для оперативного контроля рабочего и аварийного состояний антенно-фидерного тракта.

Предлагаемый вашему вниманию вариант автоматического светодиодного КСВ-метра с однополярным питанием имеет 10 уровней отсчета и отличается исключительной простотой благодаря применению доступной и недорогой микросхемы LM3914. В этой микросхеме - специализированном контролере для управления линейными светодиодными шкалами, есть все, что нам необходимо – прецизионный десятиступенчатый делитель напряжения с линейным шагом деления 0,1, десять компараторов и схема управления светодиодами. Принципиальная схема устройства приведена на рис.1 Напряжения прямой Упрям и отраженной Уотр волны от высокочастотного датчика КСВ подается на соответствующие входы. Допустимая величина напряжения прямой волны Упрям +1...+11В и выставляется во время настройки датчиков при подаче номинальной мощности передатчика на согласованную нагрузку. Но, чтобы нелинейность германиевых диодов датчика КСВ заметно не сказывалась на точности измерений, нижний предел желательно ограничить величиной порядка 2В. В качестве датчика КСВ можно применять любые известные устройства – на направленных ответвителях, на токовых трансформаторах или мостовые, многократно описанные в радиолюбительской литературе. Напряжение прямой волны через резистор R1 поступает на вывод 6 DA2 – верхнее плечо внутреннего резистивного делителя, представляющий собой 10 последовательно включенных одинаковых резисторов сопротивлением 1 кОм. Применение дополнительного внешнего резистора R1 позволило получить определенную гибкость в настройке порогов срабатывания компараторов и, соответственно, в выборе значений КСВ, индицируемых светодиодами. Для примера в таблицах 1-3 показаны варианты индикации значений КСВ при трех значениях резистора - 0, 2 и 4 кОм (см. таблицы в приложении). Эти цифры справедливы в том случае, если суммарное сопротивление внутреннего делителя равно 10 кОм, но реально из-за технологического разброса может быть от 8 до 17 кОм. Поэтому, для обеспечения высокой точности КСВ метра, предварительно необходимо измерить суммарное сопротивление внутреннего делителя, подключив омметр к выводам 4 и 6 DA2. Лучше всего воспользоваться «китайским» цифровиком – у него в режиме омметра на выход подается малое напряжение (не более 0,2В), что ниже напряжения открывания кремниевых р-п переходов и это обеспечивает высокую точность измерений. Измеренное значение $R_{внутр}$ надо подставить в таблицу в соответствующую ячейку и тогда вы сможете подобрать конкретную величину R1 под желаемую характеристику индикации. В авторском варианте $R_{внутр}=9,92\text{кОм}$ и выбранному алгоритму фактически соответствует таблица 2. О назначении других элементов схемы. Резистор R2 выравнивает сопротивление нагрузки выпрямителей датчика КСВ, поэтому его величина равна сумме сопротивлений $R1+R_{внутр}$. Резистор R3 определяет ток через каждый светодиод $I_{светодиода}=12,5/R3$, в данном случае примерно 10мА. Конденсаторы C1,C2 защищают входы от ВЧ наводок. Перемычка В1 между выводами 3 и 9 DA2 определяет режим работы шкалы – если замкнута, как на схеме - светящийся столбик, если разомкнута – светящаяся точка, т.е. горит только один значащий светодиод. Последний режим естественно экономнее, что важно при автономном питании. Если планируется только этот режим, то схему можно еще больше упростить,

исключив стабилизатор DA1 и конденсаторы C5,C6, а аноды светодиодов подключить к общему питанию +12В.

Светодиоды можно применять любые доступные, 7 диодов зеленого или желтого цвета, а 3, соответствующие уровням КСВ >4 – красные.



Формула по расчету:
 $KCB = (R_{тек} + R_{доп} + R_{внутр}) / (R_{доп} + R_{внутр} - R_{тек})$

Таблица 1

Rвнутр,кОм		10										
Rдоп,кОм		0	HL1	HL2	HL3	HL4	HL5	HL6	HL7	HL8	HL9	HL10
Rтек, кОм	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
КСВ	1,00	1,22	1,50	1,86	2,33	3,00	4,00	5,67	9,00	19,00	бесконечность	

Таблица 2

Rвнутр,кОм		10										
Rдоп,кОм		2	HL1	HL2	HL3	HL4	HL5	HL6	HL7	HL8	HL9	HL10
Rтек, кОм	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
КСВ	1,00	1,18	1,40	1,67	2,00	2,43	3,00	3,80	5,00	7,00	11,00	

Таблица 3

Rвнутр,кОм		10										
Rдоп,кОм		4	HL1	HL2	HL3	HL4	HL5	HL6	HL7	HL8	HL9	HL10
Rтек, кОм	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
КСВ	1,00	1,15	1,33	1,55	1,80	2,11	2,50	3,00	3,67	4,60	6,00	

РАДИОЛАВКА КВ и УКВ

Набор для сборки платы «Простого автоматического
КСВ-метра со светодиодной шкалой».

Печатная плата КСВ-метра	1 шт.
Печатная плата ответвителя 144-146	1 шт.
Микросхема LM7805 (КР142ЕН5А)	1 шт.
Микросхема LM3914	1 шт.
Светодиод желтый (зеленый)	7 шт.
Светодиод красный	3 шт.
Диод ГД508 (ГД507)	2 шт.
Конденсатор 3300 пФ (332)	2 шт.
Конденсатор 10 нФ (103)	2 шт.
Конденсатор 100 нФ (104)	2 шт.
Конденсатор электролит. 100,0x16В	2 шт.
Резистор подстроечный 100 Ом	1 шт.
Резистор 1,2 кОм	1 шт.
Резистор 2 кОм	1 шт.
Резистор 12 кОм	1 шт.
Монтажная стойка	5 шт.