

Комбинированный измеритель уровня: простой, дешевый и прецизионный

Владимир Широков, Киев.

Радиолюбби 3/99

Несмотря на то, что сейчас не составляет проблемы купить импортные комплектующие, радиолюбители еще достаточно редко используют их в своих разработках. Данная статья призвана показать, что устройство, собранное на импортных радиоэлементах может быть не только проще, надежнее, но и дешевле собранного на отечественных деталях.

Описываемый измеритель уровня может быть использован в качестве индикатора уровня в магнитофоне, измерителя выходного уровня в микшерном пульте и т. д. Все комплектующие обходятся по киевским ценам в пределах 10 гр. (около \$2,5), включая стоимость стрелочных измерительных приборов. Измеритель уровня состоит из выпрямителя/интегратора с пороговым устройством пиковой индикации на микросхемах IC101, IC201 и преобразователя напряжение-ток на микросхеме IC301. Схема очень проста, поэтому только коротко о назначении элементов: резисторы R103, R203 определяют время обратного хода (релаксации) интегратора, конденсаторы C102, C202 влияют и на время срабатывания и на время релаксации. Сдвоенный операционный усилитель IC301 имеет особенность - возможность работы от однополярного источника питания, при этом входные и выходные сигналы могут принимать потенциал земли. Два источника питания не являются абсолютно необходимыми, питание на светодиоды можно подать также со стабилизатора IC302, но в этом случае в качестве стабилизатора необходимо применить более мощную микросхему.

Следует также отметить, что измеритель сохраняет работоспособность при использовании в качестве стабилизатора микросхем с выходным напряжением от 5 до 15 В, перекалибровка измерителя при изменении напряжения питания не требуется. При желании можно вообще изъять стабилизатор и питать измеритель от внешнего стабилизированного источника напряжением от 5 до 15 В.. Устройство также не критично к номиналам элементов - вы можете изменять время реакции обратного хода в очень больших пределах, изменяя сопротивление резисторов R103, R203 от 20 до 470 кОм и ёмкость конденсаторов C102, C202 от 0,1 до 47 мкФ.

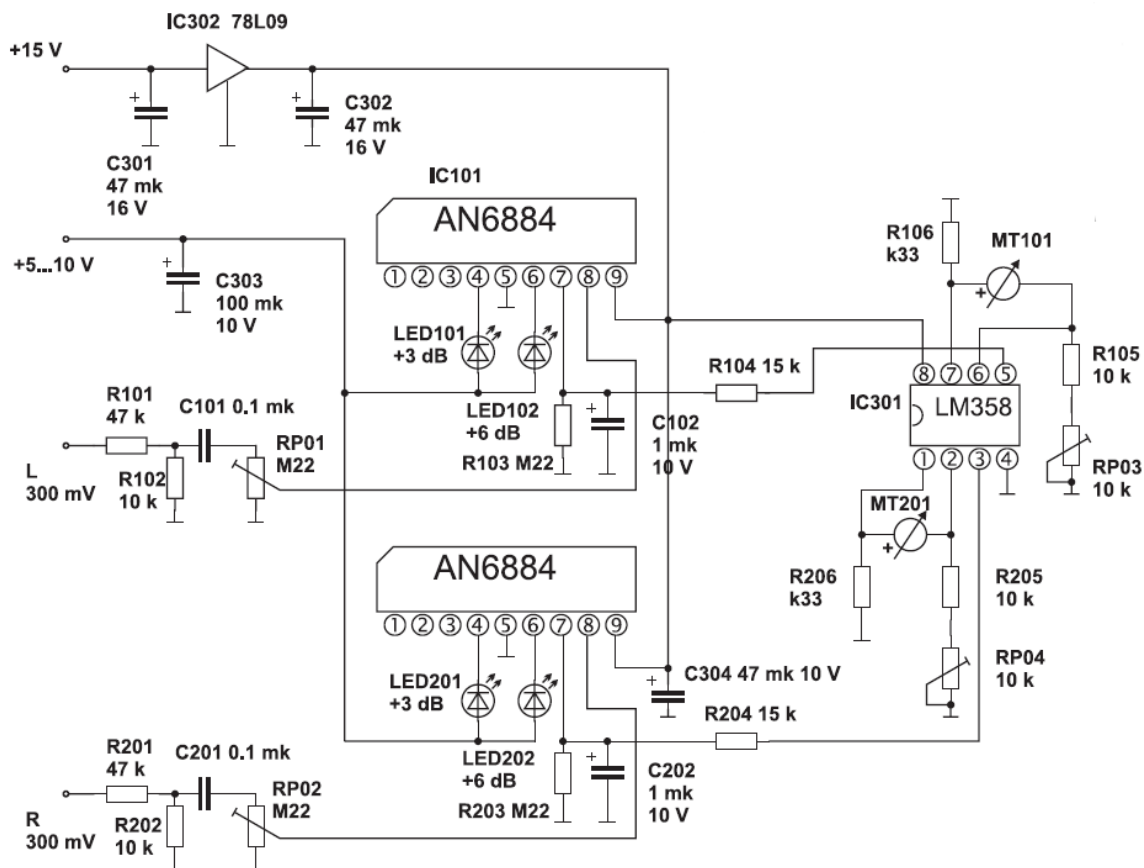


Схема рассчитана на использование стрелочных измерителей с током полного отклонения стрелки 50-150 мкА. При использовании стрелочных головок с током 200-400 мкА необходимо изменить номиналы резисторов R105, R205 RP03, RP04 на 3,3 кОм. Резисторные делители R101, R102, R201, R202 определяют чувствительность устройства - около 300 мВ. При необходимости можно повысить чувствительность 50 мВ, подавая сигнал прямо на конденсаторы C101, C201, минуя делители. Это может понадобиться при встраивании измерителя в готовое устройство.

Детали: микросхемы IC101, IC102 - AN6884 (Matsushita), KA2284 (Samsung), LB1403N (Sanyo), BA6124 (ROHM); IC301 - LM358 (National Semiconductor), KA358 (Samsung), BA6358 (ROHM), или половинка микросхем LM324, BA6324, K140УД2; IC302 - 78L09, 78L08, 78M09, 7809, 7808, KP142ЕН8А, Г, K1157ЕН9. Светодиоды практически любые, желательно в качестве LED102, LED202 (+6dB) - светодиоды с желтым свечением (допустимая перегрузка), а в качестве LED102, Led202 (+6dB) - светодиоды с красным свечением (недопустимая перегрузка).

Ток через светодиоды не зависит от напряжения питания, и задан внутренними генераторами тока в микросхемах IC101, IC201 на уровне 14мА. Стрелочные измерители также могут быть любыми, но от их баллистических характеристик зависит субъективное восприятие показаний измерителя, поэтому если есть возможность, лучше применить хорошие импортные приборы.

Налаживание измерителя не требуется, схема начинает работать сразу, необходимо только произвести калибровку, которая также очень проста:

1. Сначала подают на входы сигнал, соответствующий +6dB, и подстроечными резисторами RP01, RP01 добиваются зажигания светодиодов LED102, LED202.
2. Подстроечными резисторами RP03, RP04 устанавливают стрелки на отметки +6dB. Если ваш стрелочный прибор отградуирован до +3dB, то на втором этапе подайте входной сигнал, соответствующий 0dB, и посредством RP03, RP04 установите стрелки соответственно на 0dB. Вся калибровка занимает не более 2 минут.

Хотелось бы сказать несколько слов насчет особенностей данного измерителя. Дело в том, что линейность описываемой схемы весьма высока и в ней отсутствуют нелинейности характеристик диодных детекторов обычных простых схем подобного назначения. Таким образом, если полная шкала стрелочного прибора будет отградуирована до +3dB, то середина шкалы будет соответствовать ровно минус 3dB, $\frac{1}{4}$ шкалы - минус 9dB, $\frac{1}{8}$ шкалы - минус 15 dB. Большинство же стрелочных приборов имеют шкалу, учитывающую нелинейность полупроводниковых диодов, поэтому при +3dB в конце середина шкалы отградуирована обычно от минус 1 до минус 7dB, поэтому для точности считывания показаний может потребоваться изготовление новой шкалы. Хотя, если использовать данный измеритель в качестве индикатора и калибровать только точку 0dB, то можно обойтись и старой шкалой. Также можно сделать как у автора: в моем варианте конец шкалы соответствует +6dB, а 0dB расположен точно посередине, что оказалось достаточно удобным, ибо современные магнитные ленты имеют повышенную перегрузочную способность, и в этом варианте измеритель позволяет её полностью использовать.

Ну и для сравнения, если данный измеритель собрать на отечественных элементах, потребуется одна микросхема K157ДА1, две У157ХП1, одна K157УД2, двуполярное питание и значительное количество пассивных элементов, а стоимость такого устройства выйдет за пределы 10 гр., и будет составлять 12...18 гр.