

Применение АЦП ICL7136CPL в мультиметре М-832

С. ГЛИБИН, г. Москва

Автор делится опытом замены АЦП ICL7106CPL, которые устанавливали в мультиметры серий М-83х, DT-83х, на ICL7136CPL, отличающиеся существенно меньшим током потребления [1].

Мультиметры серий М-83х, DT-83х пользуются популярностью среди радиолюбителей, в первую очередь, благодаря их сравнительно невысокой стоимости. Немалую роль в приобретении играла и ремонтпригодность этих приборов. Отметим, что раньше, когда в них устанавливали микросхему АЦП в корпусном исполнении Plastic DIP (PDIP), в случае её выхода из строя операция по замене была достаточно простой. Зачастую для упрощения задачи

паявая их к печатным площадкам для "капли". Пространства в корпусе хватало.

Довольно быстро после начала производства серии ICL7106 несколькими фирмами были разработаны её микро-мощные аналоги, отличающиеся пониженным в 10—20 раз током потребления. Были запущены в производство такие АЦП, как MAX130, MAX131, ICL7126, ICL7136 фирмой

INTERMIL. Замена штатной АЦП на микро-мощную позволяет существенно продлить время работы прибора от батареи питания 6F22 ("Крона"). Если через неделю вы увидите, что мультиметр не выключен, то это не приведёт к досадной разрядке батареи, а при питании от встроенного Li-Ion аккумулятора ёмкостью более 600 мАч с экономичным преобразователем напряжения 9 В прибор можно не выключать — запаса электроэнергии хватит на полгода.

Эти два факта подвели автора к практической реализации замены АЦП серии ICL7106 на серию ICL7136 в имеющемся мультиметре М-832 фирмы MASTECH и разработанном настольном вольтметре. Были приобретены две микросхемы ICL7136CPL, произведённые в Малайзии, и две ICL7136CPLZ, произведённые на Филиппинах. Положительный результат был ожидаем, и ниже приведены рекомендации по их

применению в мультиметре М-832 или ему подобных на основании проведённых экспериментов. Непонятным остался вопрос, связанный с отсутствием таких доработок в журнальных статьях и Интернете. Возможно, это связано с повышенной стоимостью микро-мощных АЦП, но, по мнению автора, разработки и доработки электронных устройств "под себя" по определению не прибыльны и не должны ставить ребром вопрос о расходах (в разумных пределах, конечно).

Доработанная часть схемы прибора показана на рис. 1. Приведены только элементы, подвергшиеся изменениям по типу или номиналам. Нумерация элементов выполнена в соответствии стандарту ЕСКД и отлична от схем в Интернете. Линии проводников, идущие к элементам полной схемы, на рис. 1 прерываются и не подписаны. Выводы 35 (REF LO) и 36 (REF HI) АЦП показаны подключёнными в режимах измерений напряжений и токов.

Номинальные сопротивления резистивного делителя R4—R6 обеспечивают плавность точной установки опорного напряжения U_{ref} [1], равного 0,1 В, при калибровке мультиметра.

Подбором резистора R7 устанавливают частоту встроенного тактового генератора 40 кГц с помощью частото-

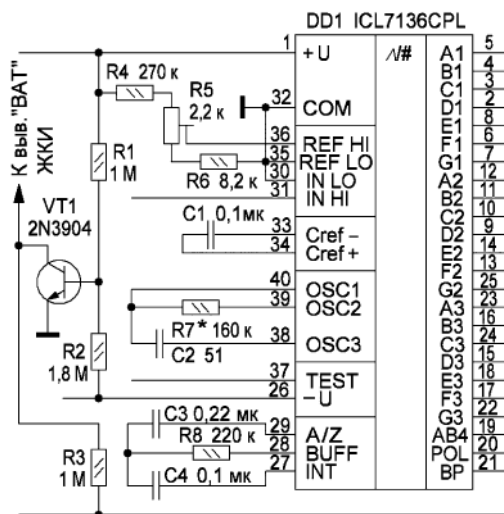


Рис. 1

при последующих заменах радиолюбители стали сразу устанавливать на плату прибора переходную панель DIP-40, после чего на замену АЦП уходило менее одной минуты. Позднее производители в целях удешевления производства перешли на установку АЦП в бескорпусном исполнении для поверхностного монтажа, прозванную в народе "капля". Но, судя по сообщениям на форумах, это не остановило энтузиастов и специалистов по ремонту. При установке АЦП в корпусном исполнении PDIP в мультиметр её стали подключать отрезками тонкого провода МГТФ, при-



Рис. 2

мера. Его подключают к выводам 38 АЦП и СОМ мультиметра. Достаточную точность установки обеспечит и поверенный осциллограф, подключённый через штатный входной делитель 1:10.

Следует обратить внимание на постоянную времени цепи из резистора R8 и интегрирующего конденсатора C4. Она увеличена и не соответствует расчётной в рекомендациях разработчиков для опорного напряжения U_{ref} в АЦП, равного 0,1 В, и частоты тактового генератора 40 кГц. Это увеличение было заложено и производителями мультиметров. Оно связано с простым схемным решением метода измерения сопротивлений. При нём напряжение U_{ref} не фиксировано и зависит от значения измеряемого сопротивления, от которого напрямую зависит входное напряжение U_{in} [1]. Без увеличения постоянной времени R8C4 с ростом U_{in} выходное напряжение интегратора U_{int} [1] превышает максимальное значение 2 В и заходит в зону clipping (зону, где его дальнейший рост ограничен напряжением питания, в данном случае равном 3 В). С номиналами R8, C4, указанными на рис. 1, этого не происходит, и линейный режим интегратора гарантирован.

Напряжение питания цифровых узлов АЦП (вывод 37 TEST) относительно вывода 1 (+U) у имеющихся экземпляров серии ICL7106 было -4,5...-4,8 В, а у приобретённых серии ICL7136 оказалось равным -5,8 В (допустимо -4...-6 В [1]). Наблюдалось подсвечива-

ние знака "BAT" на экране ЖК-индикатора уже при номинальном напряжении питания 9 В. Отметим, что относительно вывода 1 АЦП на его выходе СОМ (вывод 32) имеется постоянное напряжение -3 В, а на выходе ВР (вывод 21) — напряжение возбуждения, поступающее на вывод СОМ ЖК-индикатора для высвечивания соответствующих знаков на его поле. Размах этого напряжения формы меандр равен напряжению питания цифровых узлов, частота — 50 Гц (при частоте тактового генератора 40 кГц). Причина дефекта оказалась в повышенном напряжении возбуждения, равном 5,8 В. Штатный транзистор VT1 (2SC9014) синхронно с появлением на нижнем выводе резистора R3 спадов импульсов -5,8 В частотой 50 Гц переходил в режим инверсного включения: через каждые 10 мс открывался на 10 мс и "подтягивал" свой вывод коллектора к потенциалу на выводе СОМ АЦП. Поэтому на выводе знака "BAT" ЖКИ появлялись импульсы напряжения размахом только 3 В относительно вывода 1 АЦП. Разность размахов напряжений между выводами ЖКИ СОМ (5,8 В) и знака "BAT" (3 В) вызывала его подсвечивание и появление на жидком кристалле постоянной составляющей напряжения, которая, как известно, приводит со временем к его деградации. Замена штатных номиналов резисторов R1—R3 указанными на рис. 1 и установка транзистора VT1 2N3904 с низким коэффициентом передачи h_{213} в инверсном включении устранило дан-

ный дефект. У имеющихся образцов 2N3904 коэффициент передачи не превышал значений 0,25...0,3.

В имеющемся мультиметре в режиме звуковой прозвонки цепей изначально был применён сдвоенный ОУ LM358, но задействован только один из двух. Ток потребления ОУ — около 0,45 мА. Для существенного уменьшения общего тока потребления мультиметром этот ОУ был заменён отечественным КР140УД1208 согласно его штатной схеме включения [2]. Цоколёвка ОУ КР140УД1208 отлична от цоколёвки LM358, и это необходимо учитывать при замене. Резистор, задающий ток потребления ОУ [2], подключён между выводом 8 ОУ и выводом 37 АЦП (-5 В). Поскольку напряжение на выводе 37 стабилизировано, ток потребления ОУ остаётся неизменным при снижении напряжения батареи питания до 6...7 В. Подбором резистора ток потребления ОУ задан в пределах 20...25 мкА. При этом общий ток, потребляемый мультиметром, составил всего 120 мкА! Фото доработанного варианта с установленными микросхемами ICL7136CPL и КР140УД1208 показано на рис. 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. ICL7136 3 1/2 Digit LCD, Low Power Display, A/D Converter with Overrange Recovery. — URL: <https://www.renesas.com/us/en/www/doc/datasheet/icl7136.pdf> (1.09.2020).

2. Горелов С. Операционные усилители. — Радио, 1989, № 10, с. 91—94.

Преобразователь напряжения для светодиодной лампы

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

На страницах журнала неоднократно публиковались статьи о питании

светодиодов от различных преобразователей. Я решал обратную задачу по

применению для освещения типовых светодиодных ламп, которые рассчитаны на сетевое напряжение 230 В, питаемых от автономных преобразователей. В этом основное отличие предлагаемой конструкции от ранее опубликованных. Источником энергии для преобразователя служит свинцово-кислотная аккумуляторная батарея, в данном случае использована батарея DT 1212.

Проведённые мной опыты по питанию светодиодных ламп от преобразователя с частотой 25 кГц дали отрицательные результаты. У светодиодных ламп с ограничителем тока световой поток уменьшается в два раза несмотря на номинальное напряжение питания 230 В. Светодиодные лампы с импульсным источником питания сохраняют световой поток, но КПД автономного преобразователя при подключении такой лампы менее 60 %. Отмечу, что я измерял не световой поток, а освещённость при питании ламп от сети и от автономного преобразователя. В процессе измерений освещённости лампа помещалась в светонепроницаемую картонную коробку, в противоположной стенке коробки имелось отверстие для датчика люксметра, так обеспечивалась объективность измерений.

Схема преобразователя показана на рис. 1. Задающий генератор собран на микроконтроллере DD1, собственно преобразователь — на полевых транзисторах VT1, VT2 и трансформа-

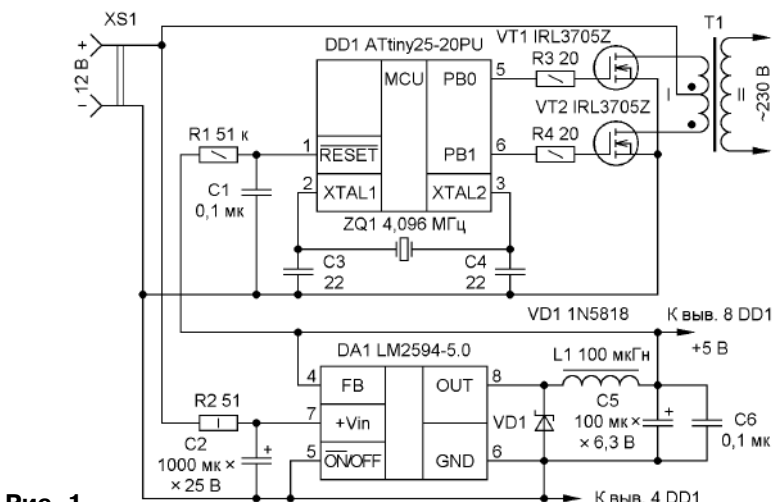


Рис. 1