

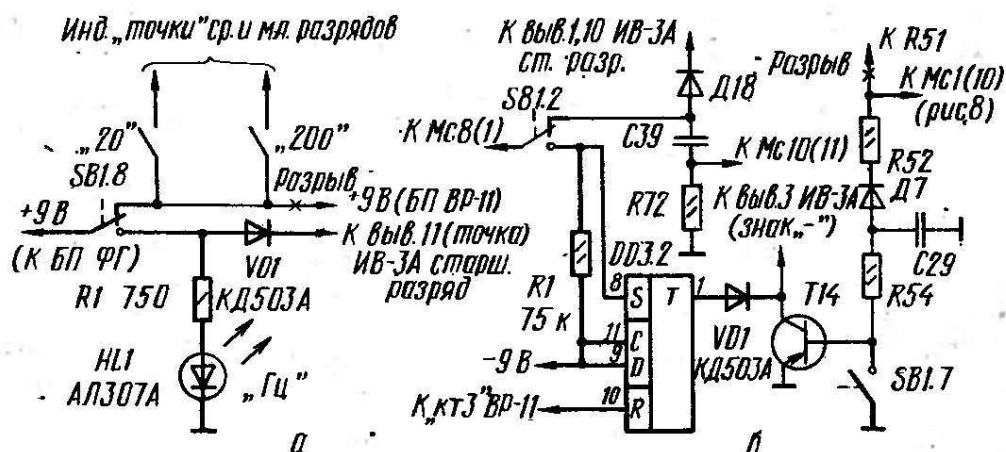


Рис. 7. Дополнительные элементы (выделены утолщенными линиями), повышающие удобства работы с прибором

ненные инвертором-формирователем DD2.4. И, наконец, с коллектора транзистора Т9 через контакты переключателя SB1.1 импульсы поступают непосредственно на вход счетчиков дешифратора младшего разряда индикатора MC11.

В принципе, рассмотренные выше изменения в мультиметре совместно с предлагаемым устройством (рис. 4) обеспечивают функционирование мультиметра в новом режиме. Однако для повышения удобств в работе с прибором в нем предусмотрены некоторые сервисные решения. Так, в общую цепь питания индикаторных точек среднего и младшего разрядов мультиметра введен переключатель SB1.8 (рис. 7, а), позволяющий, во-первых, ввести сигнализацию работы частотомера в режиме «Гц» с помощью светодиода HL1, и, во-вторых, при переходе в этот режим с любого ранее установленного предела обеспечить свечение только точки старшего разряда (крайней слева). Это позволяет весь диапазон индикации в пределах 1—999 мнемонически воспринимать как «Герцы». Кроме того, для исключения периодического мигания знака «минус» в старшем разряде, что предусмотрено в мультиметре, и индикации выхода за пределы 999 Гц контактами переключателя SB1.7 зашунтирован эмиттерный р-п переход транзистора Т14 мультиметра (рис. 7, б), а в его коллекторную цепь вводится сигнал с прямого выхода триггера DD3.2. Вход С этого триггера переключателем SB1.2 подключается к счетному триггеру MC8-1 мультиметра, выходной сигнал которого при появлении первого тысячного им-

пульса в процессе счета переводит триггер DD3.2 в единичное состояние, высвечивая знак «минус» в индикаторе старшего разряда.

И еще об одном изменении, способствующем повышению оперативности и удобства работы с мультиметром. В нем предусмотрено измерение постоянного напряжения только положительной полярности. При изменении знака измеряемого напряжения на противоположный измерения прекращаются и высвечивается «минус» в старшем разряде индикатора. В таких случаях приходится отсоединять «земляной» щуп мультиметра от корпуса исследуемого или настраиваемого прибора, менять щупы местами и после измерения продолжать эти манипуляции в обратном направлении. Этот недостаток устраним изменением конструкции преобразователя $U_{\sim}/U_{-}$ путем замены его однополупериодного выпрямителя на MC1 прецизионным активным двухполупериодным выпрямителем [4], схема которого приведена на рис. 8. Здесь операционные усилители DA1 и DA2 охвачены общей обратной связью (ОС) по цепи, образованной резисторами R1, R2, R7, R9. Кроме того, учитывая неидентичность сигналов на входе усилителя DA1 при измерении постоянного и переменного напряжений и необходимость получения на выходе устройства действующего значения переменного напряжения, усилитель DA1 имеет индивидуальные цепи ОС для каждого из указанных режимов. Под действием входного напряжения усилитель DA1 изменяет электропроводимость диодных ключей VD3 и VD4, которые, в свою очередь, обеспечивают такой режим работы усилителю DA2, при котором на его выходе всегда формируется напряжение только положительной полярности. Это напряжение может быть измерено мультиметром. Выходное напряжение усилителя DA1 сохраняет полярность входного сигнала и через резистор R6 поступает на неинвертирующий вход операционного усилителя MC1 мультиметра, включенного компаратором. При измерении напряжения отрицательной полярности выходной сигнал компаратора того же знака поступает на базу р-п-р транзистора T14 (рис. 7, б) и, открывая его, вызывает свечение знака «минус» в старшем разряде индикатора.

И, наконец, последнее. Выключение мультиметра

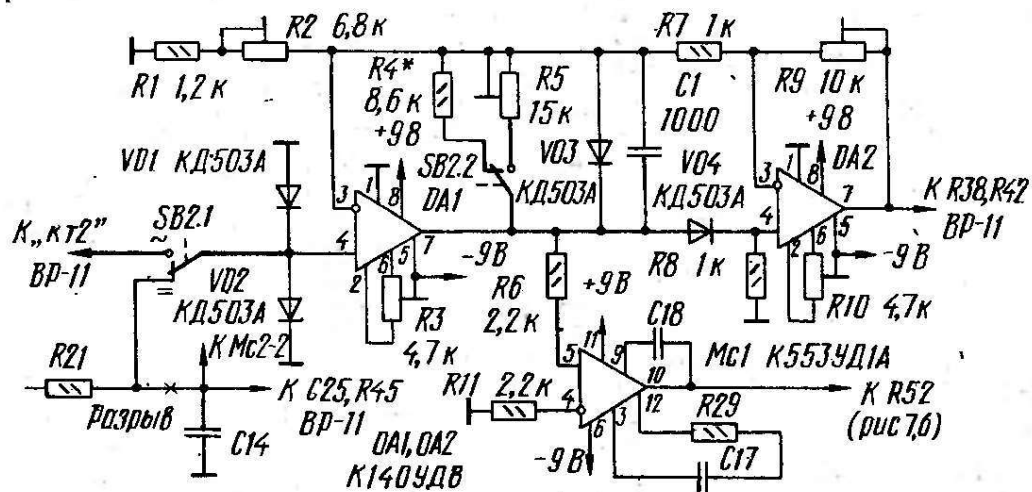


Рис. 8. Схема прецизионного активного двухполупериодного выпрямителя

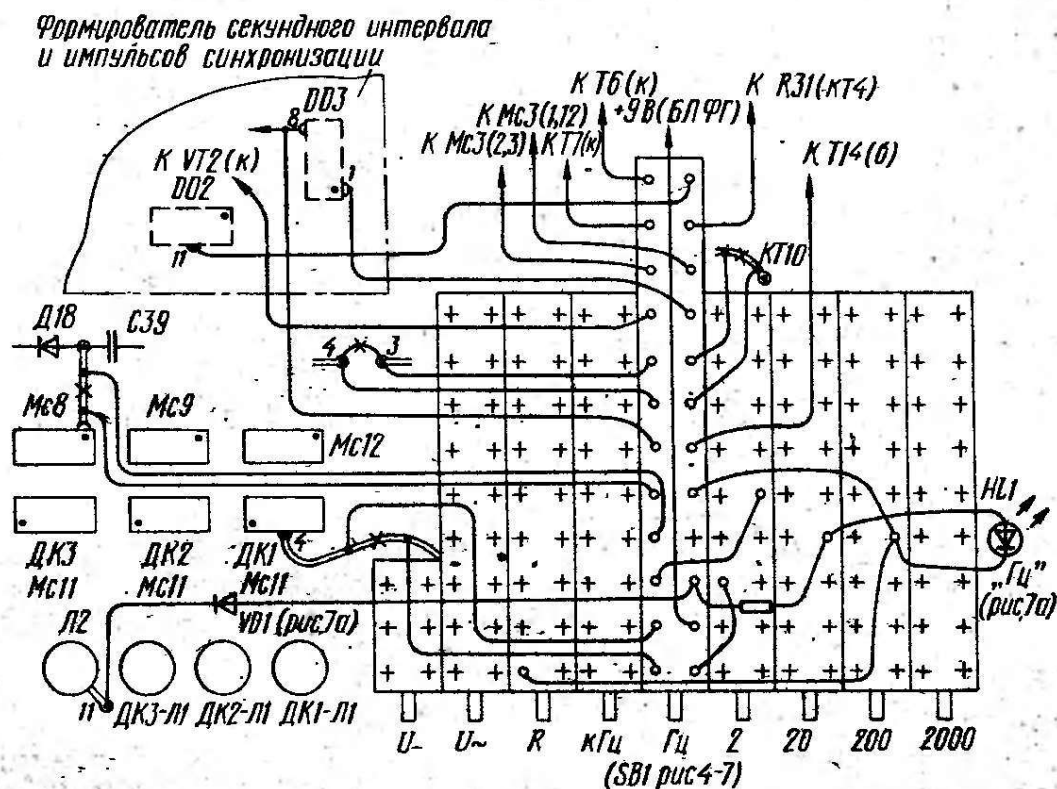


Рис. 9. Схема распайки выводов переключателя SB1 (рис. 4—7). Крестами обозначены места разрывов проводников мультиметра BP-11

возможно только путем извлечения штепсельной вилки из сетевой розетки. Это неудобство может быть устранено установкой самофиксирующейся кнопки QB1 (рис. 2) в цепь первичной обмотки трансформатора Tr1. Эту цепь также желательно дополнить предохранителем FU1.

Техническая реализация предложенных решений во многом определяется смекалкой и возможностями радиолюбителя. Авторский вариант законченной конструкции иллюстрирует рис. 1, 9. Стабилизатор напряжения блока питания функционального генератора (рис. 2) и устройство управления частотомером (рис. 4) смонтированы на платах, установленных на двух стойках каждая. Функцию коммутатора SB1 выполняет кнопочный переключатель П2К с самофиксацией, имеющий 8 контактных групп. Нумерация групп контактов, обозначенная на принципиальной схеме, ведется по часовой стрелке, начиная с левой, ближайшей к лицевой панели, группы.

Монтажная схема распайки переключателя SB1 (рис. 4...7) приведена на рис. 9. Кнопку включения питания мультиметра удобно разместить рядом с сетевым трансформатором Tr1.

Для проверки правильности показаний частотомера с выхода К (вывод 14) микросхемы DD1 (рис. 4) сигнал частотой 32768 Гц подают на контактный винт, установленный на перемычке между входными гнездами мультиметра. Для улучшения параметров входной цепи частотомера мультиметра его входная емкость (блок конденсаторов С6 — С8) увеличена до 6,8 мкФ, а сопротивление резистора R24 — до 12 кОм. Подключение контактных групп переключателя SB1 к цепям мультиметра выполнено проводниками, которые припаяны к токонесущим дорожкам на верхней стороне платы; в местах, указанных на принципиальной схеме, в дорожках сделаны разрезы.

Все постоянные резисторы, использованные в конструкции, МЛТ с допуском $\pm 5\%$. Подстроечные резисторы R2, R3, R5, R9 и R10 — многооборотные типа СП5-2, СП5-2ВБ, СП5-3; от их точности и стабильности зависит временная погрешность преобразования $U_{\sim}/U_{-}$. Выпрямительный мост КЦ402Е блока питания ФГ (рис. 2) можно заменить на КЦ407А с меньшим рабочим током. Микросхему К176ИЕ12 можно заменить

на К176ИЕ8 или К176ИЕ18. Операционные усилители К140УД8 (DA1 и DA2) могут быть заменены любыми другими с цепями балансировки, но первый из них обязательно должен иметь входные каскады на полевых транзисторах, иначе по мере уменьшения предела измерения будет возрастать нелинейность преобразования напряжения из-за шунтирования входного делителя мультиметра.

Настройку частотомера начинают с подгонки конденсатором С4 частоты кварцевого генератора. Затем убеждаются в работоспособности устройства, контролируя формирование меандра (рис. 5, ж) на прямом выходе триггера DD3.1 и импульса синхронизации на коллекторе транзистора VT2. Далее сигнал частотой 32768 Гц, снимаемый с контрольной точки «Гц», подают на вход мультиметра. В этом режиме работы частотомера (кнопка SB1 «Гц» отжата) на индикаторе должны отображаться цифры 3.27 (для определения частоты показания умножают на 10). После нажатия кнопки «Гц» на индикаторе должно высвечиваться число —.768. Знак «—» указывает на наличие тысяч в значении измеряемой частоты. Переключение пределов измерения не должно вызывать никаких изменений в наблюдаемом на экране прибора изображении.

Настройку преобразователя U_-/U_- следует начать с контрольного измерения постоянного образцового напряжения, например, одиночного гальванического элемента на самом малом пределе измерения «2». Это позволит, во-первых, задействовать все четыре разряда индикатора и, во-вторых, проверить самый сложный в смысле условий согласования с внешними элементами режим работы входного делителя. Для этой цели в мультиметре временно восстанавливают связь между резистором R21 и конденсатором C14, отпаивают провод, идущий к цепочке C25R45, и фиксируют результат измерений. Затем прибор приводят в исходное состояние и на вход мультиметра подают образцовое напряжение в обратной полярности. На индикаторе должно отобразиться некоторое число со знаком «—». Переменным резистором R9 и подбором резистора R4 (рис. 8) устанавливают показания, равные контрольным. Затем изменяют полярность подключения источника образцового напряжения на прямую и переменным резистором R2 доводят показания до контрольного. Знак «—» дол-

жен исчезнуть. На этом настройку канала измерения постоянного напряжения можно считать законченной.

Переменное напряжение измеряют при нажатой кнопке « $U_{\sim}$ ». Резистором R5 устанавливают такой коэффициент усиления операционного усилителя DA1, при котором напряжение на выходе DA2 составит $0,7U_{\text{вых макс}}$, измеренного осциллографом. Подстроечными резисторами R3 и R10 балансируют операционные усилители при отсутствии входного сигнала.

На этом настройка мультиметра в целом завершается, и он готов к работе с использованием новых для него функций.

Л и т е р а т у р а

1. Боровик И. Функциональный генератор.— Радио, 1985, № 9, с. 42, 43.
2. Ишутин А. Широкодиапазонный функциональный генератор.— Радио, 1987, № 1, с. 56, 57.
3. Нецаев И. Функциональный генератор на одном ОУ.— Радио, 1987, № 6, с. 48.
4. Алексеенко А. Г., Колмбет Е. А., Стародуб Г. И. Применение прецизионных аналоговых ИС.— М.: Радио и связь, 1981, с. 107, сх. 2.

ГЕНЕРАТОР ПИЛООБРАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

М. Дорофеев

Устройство, схема которого изображена на рис. 1, является автоколебательным генератором линейно нарастающего напряжения [1]. Это напряжение образуется за счет зарядки конденсатора через резистор и последующей его быстрой разрядки. Линеаризация прямого хода пилообразного напряжения достигается путем стабилизации тока зарядки времязадающего конденсатора. Длительность обратного хода сокращена благодаря применению туннельного диода.

Принцип работы генератора пилообразного напряжения (ГПН) поясняет его упрощенная схема, приведенная на рис. 2, а. Транзисторы VT1, VT2 включены