

суммарный коэффициент счета равен 21, что соответствует темпу Prestissimo. Если же движок переключателя SA1 перевести в крайнее верхнее положение, входы элемента DD5.1 будут связаны с выходами 9 DD4 (вывод 11) и 8 DD3 (вывод 9), т. е. заданы числа "90" и "8", реализующие коэффициент счета $K_2 = 98$ (темп Largo). Правильность задания других коэффициентов деления частоты K_2 можно легко проследить по рис. 1 и табл. 1. Важно, что при любом коэффициенте K_2 на выходе элемента DD1.4 формируется короткий импульс длительностью 6,8 мс. При частоте 3,5 Гц (темп Prestissimo) период повторения импульса равен 286 мс, при медленном темпе Largo (0,75 Гц) — 1333 мс.

Как только упомянутый импульс в очередной раз заканчивается, ранее разряженный конденсатор C2 оказывается подключенным своей левой (по схеме) обкладкой к корпусу. Уровень напряжения на входах элемента DD5.2 станет низким, а на его выходе — высоким, разрешающим работу звукового генератора на элементах DD5.3 и DD5.4. Спустя некоторое время, зависящее от сопротивления переменного резистора R4, конденсатор C2 зарядится (через резисторы R3 и R4) настолько, что на выходе элемента DD5.2 высокий уровень вновь сменится низким, поэтому работа звукового генератора прекратится. Иначе говоря, звуковой генератор тут работает кратковременно, сразу же после окончания импульса длительностью 6,8 мс. Когда же импульс в очередной раз возникает снова, конденсатор C2 опять быстро разряжается. Разрядка происходит через внутренние диоды элемента

DD5.2: их катод подключен к плюсу питания микросхемы, а анод — к соответствующему входу элемента. Более подробно см. в [4, рис. 6]). О том, как следует устанавливать длительность звукового импульса, чтобы добиться именно "щелчка", а не явственно различимого тона, детально рассказано в [1].

Сопротивление резистора R7 подбирают таким, чтобы пьезокерамический излучатель HA1 работал на частоте основного резонанса — согласно [5], для излучателя ЗП-1 — это чуть больше 2 кГц. Блокировочный конденсатор C3 служит для устранения в цепи питания высокочастотных пульсаций напряжения, а C4 — низкочастотных. Защитный диод VD1 препятствует подаче на устройство напряжения обратной полярности. С резистора R6 через конденсатор C6 можно снимать выходной сигнал напряжением 0,25 В, что позволяет подключать метроном к входу звукоусилительной аппаратуры (например, через микшер), если его громкость окажется недостаточной. Поскольку сопротивление R6 мало, требования к экранированию соединительных проводов могут быть значительно снижены.

В паузах между отдельными "щелчками" метроном почти не потребляет электроэнергию, а во время "щелчка" потребляемый ток увеличивается примерно до 3...4 мА. Ясно, что энергопотребление будет тем больше, чем больше длительность звукового импульса (при частоте около 2 кГц она должна быть не менее 15 мс) и чем выше музыкальный темп. Так, при темпе Prestissimo метроном потребляет в среднем 0,15...0,2 мА, в то время как при темпе Largo — всего

0,03...0,045 мА, поэтому питать устройство вполне возможно от обычной батареи "Крона" или аккумуляторной батареи 7Д-0,115.

Чтобы подстроить одновременно все музыкальные темпы метронома, достаточно переключатель SA2 перевести в одно из четырех положений настройки, соответствующее ноте "ре₁", "ре₂", "ре₃" или "ре₄". Положение переключателя SA1 при этом значении не имеет. Взав на каком-либо музыкальном инструменте с верным строем — фортепиано, аккордеоне либо баяне — точно такую же ноту, резистором R1 устанавливают частоту задающего генератора, при которой биения звуков отсутствуют. Когда это достигнуто, настройка метронома будет такой, как указано в табл. 1. Отметим, что наиболее громко будет звучать нота "ре₄"; громкость же остальных нот, начиная с "ре₃" и до "ре₁", станет убывать по мере уменьшения номера октавы.

В рабочем режиме метроном воспроизводит однотональные звуковые удары — "щелчки". Если же необходимо воспроизводить как обычные (обычные) удары, так и акцентированные (наиболее сильные), придется в метроном ввести дополнительный узел, схема которого показана в [1], рис. 2. Для этого, во-первых, исключают следующие компоненты: логические элементы DD5.2 — DD5.4, транзистор VT1, резисторы R3 — R7, конденсаторы C2, C5, C6, излучатель HA1. Во-вторых, вместо конденсатора C2 к выходу элемента DD1.4 метронома подключают нижний вход узла, который обозначен "К выв. 1 DD1". В-третьих, двупозиционный переключатель SA1 узла заменяют пятипозиционным переключателем SA2 метронома: к его нижнему неподвижному контакту подключают выход элемента DD2.4, а подвижный контакт соединяют с базой транзистора VT1 дополнительного узла. Питаят обе части устройства через общий диод VD1. О работе метронома, воспроизводящего "акценты" и "ординары", подробно рассказано в [1].

Но подстраивать метроном и периодически следить за правильностью его "строения" все-таки не очень удобно. Нельзя ли избежать этих процедур? Оказывается, вполне возможно. На рис. 2 показана отличающаяся часть метронома. Вместо исключенных логических элементов DD1.1, DD1.2 и счетчиков DD2.1, DD2.2 (см. рис. 1) использована "часовая" микросхема K176IE5 (DD2), включенная по типовой схеме в [6, рис. 9]. Стабильность "строения" метронома достигается стабилизацией частоты $F_0 = 32\,768$ Гц с помощью миниатюрного "часового" кварцевого резонатора ZQ1. На выходе 9 микросхемы K176IE5 (вывод 1) формируются прямоугольные импульсы частотой 64 Гц. Грубо частота подбирается конденсатором C1, точно — C7.

Импульсы частотой 64 Гц подаются на вход перестраиваемого делителя, собранного на двух микросхемах K561IE8 (DD3 и DD4). Разница состоит лишь в том, что способ разводки выходов этих микросхем к переключателю SA1 несколько изменен. Так как частота 64 Гц заметно отличается от частоты 73,4 Гц предыдущего варианта метронома, требуются другие значения K_2 и $K_1 = 512$ (см. табл. 2). Из таблицы видно, что погрешность формирования темпов у этого варианта метронома меньше, чем у предыдущего.

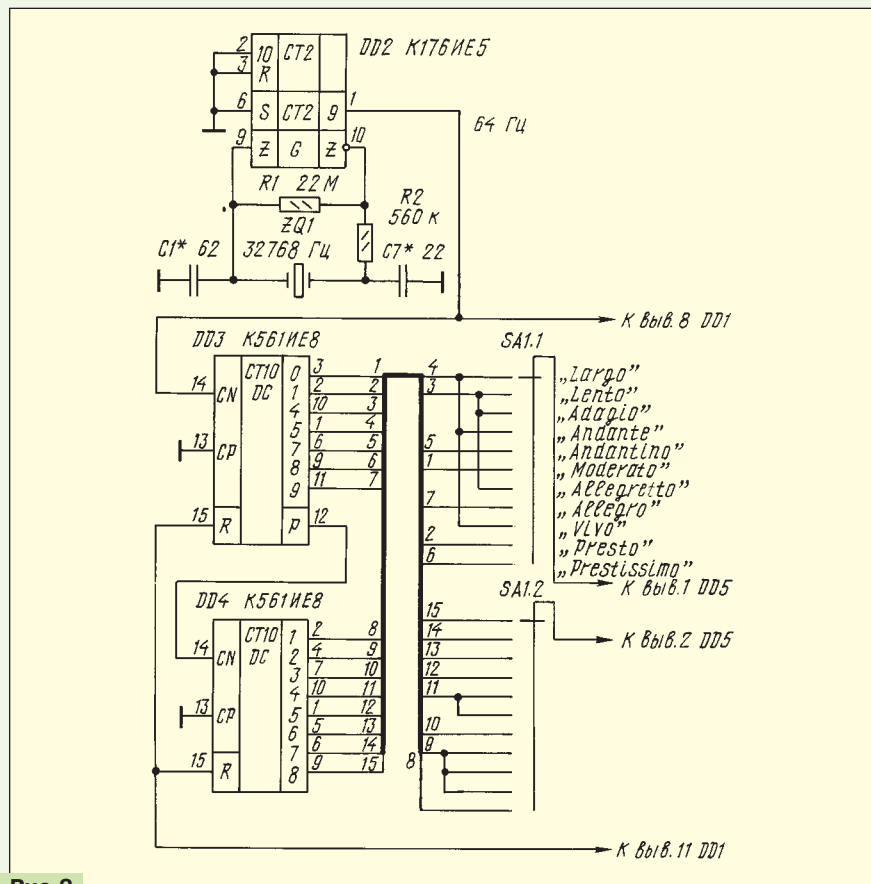


Рис. 2