

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МУЗЫКАЛЬНЫЙ МЕТРОНОМ

В. БАННИКОВ, г. Москва

В "Радио" № 3 за 1996 г. была опубликована статья "Музыкальный метроном", которая нашла широкий отклик у читателей. Спустя некоторое время автор усовершенствовал свою конструкцию и сегодня знакомит с ее новым вариантом. Метроном, позволяющий не только задавать такт звуковыми "щелчками", но и воспроизводить ноты, может стать помощником начинающим, а также профессиональным музыкантам.

Музыкальный метроном, описанный в [1], удобен тем, что частоту музыкального темпа — от Largo до Prestissimo — можно легко проконтролировать и подстроить по какому-либо музыкальному инструменту со стабильным строем. Любой темп в метрономе настраивают индивидуально. Когда же из-за влияния температуры или питающего напряжения частота задающего генератора изменяется, приходится снова настраивать частоту F каждого темпа. Задача существенно упрощается, если на основе единого задающего генератора делением его частоты F₀ на определенный коэффициент счета получить частоту любого темпа (подобно тому, как это сделано в устройствах [2]). Тогда, верно компенсируя уход частоты F₀, удается правильно подстроить частоту не одного, а сразу всех музыкальных темпов.

Расчеты показывают, что наиболее удобно настроить задающий генератор на частоту ноты "ре" 7-й октавы (теоретическое значение F₀ = 18794,545 Гц). Тогда, поделив частоту F₀ на 8, получим ноту "ре" 4-й октавы, на 16 — "ре" 3-й октавы, на 32 — "ре" 2-й октавы, на 64 — "ре" 1-й октавы. Наконец, если F₀ с помощью 8-разрядного двоичного счетчика поделить на 256, сформируем прямоугольные импульсы частотой 73,4 Гц, что соответствует ноте "ре" большой октавы.

Далее потребуется использовать делитель частоты, обеспечивающий изменяемый двузначный коэффициент счета (деления частоты) K₂. Например, если задать K₂ = 98, то общий коэффициент деления K₀ легко подсчитать: K₀ = K₁ · K₂ = 256 · 98 = 25088, где K₁ = 256 — коэффициент счета первого (предварительного) счетчика. В этом случае на выходе второго делителя частоты формируются импульсы частотой F_{факт} около 0,75 Гц (18794,5 Гц : 25088) и соответствующей самому медленному темпу Largo. Когда же K₂ = 21, то K₀ = 256 · 21 = 5376, или F_{факт} = 3,5 Гц — это самый быстрый темп Prestissimo. Другие темпы получим, принимая K₂ равным 85, 73, 63, 54 и т. д. (см.

табл. 1). Из таблицы видно, что относительная погрешность формирования частоты различных темпов не превышает 2%. На практике столь незначительная погрешность вполне допустима, по-

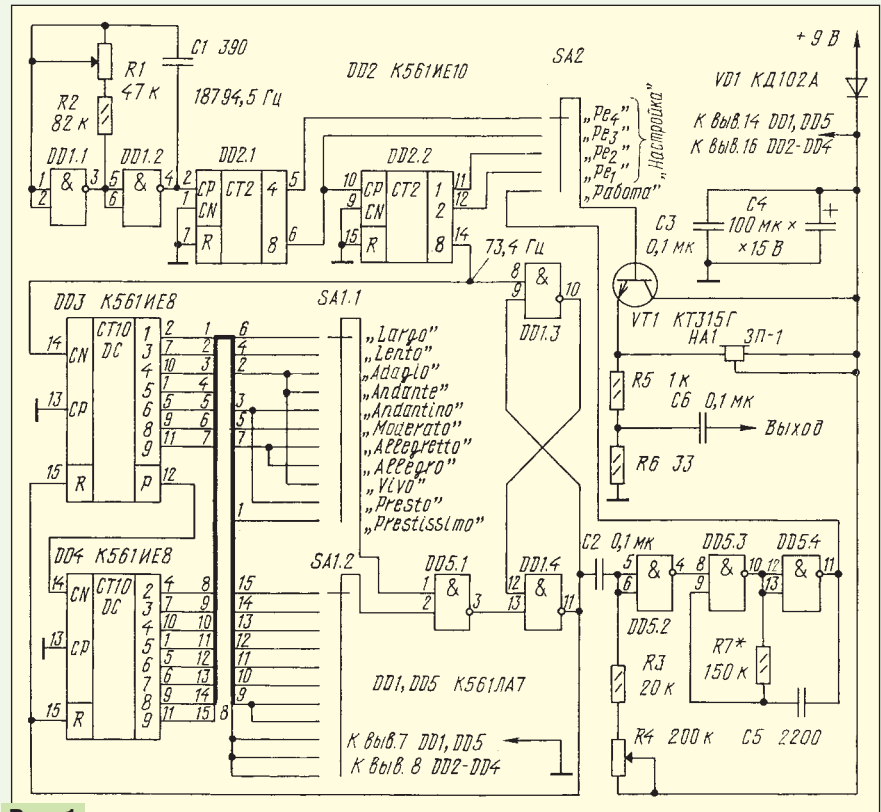


Рис. 1

скольку частотное "расстояние" между соседними темпами составляет приблизительно 15%.

Схема метронома, построенного по такому принципу, показана на рис.1. На логических элементах DD1.1, DD1.2, резисторах R1, R2 и конденсаторе C1 со-

бран задающий генератор, который настроен на частоту ноты "ре" 7-й октавы. В первом делителе частоты (двоичные счетчики DD2.1, DD2.2) она постепенно понижается. На выходах счетчиков формируется нота "ре" соответствующих октав (рис. 1). Импульсы с последнего выхода (частотой 73,4 Гц) поступают на вход второго делителя частоты, выполненного на счетчиках DD3, DD4 и элементах DD1.3, DD1.4, DD5.1. Остальные выходные сигналы счетчиков DD2.1 и DD2.2 поданы на контакты переключателя SA2.

Предположим, движок этого переключателя переведен в верхнее по схеме положение; на базу усилительного транзистора VT1, включенного по схеме эмиттерного повторителя с нагрузочными резисторами R5 и R6, подаются импульсы частотой ноты "ре" 4-й октавы. Когда же он установлен во второе свер-

ху положение — ноты "ре" 3-й октавы и т. д. Если же он установлен в крайнее нижнее (пятое) положение — это нормальный рабочий режим, в котором на базу транзистора VT1 поступают импульсы со звукоформирующей части метронома, построенной на элементах DD5.2 — DD5.4, резисторах R3, R4, R7 и конденсаторах C2, C5.

Второй (перестраиваемый) делитель частоты выполнен по схеме, описанной в [3, рис.18]. Необходимый коэффициент счета задается с помощью переключателя SA1, имеющего 11 положений (по числу музыкальных темпов). Например, если движок установлен в крайнее нижнее положение, то вход 2 элемента DD5.1 соединен с выходом 2 (вывод 4) счетчика DD4, что задает число "20"; в то же время вход 1 элемента DD5.1 соединен с выходом 1 счетчика DD3 (вывод 2), что задает число "1". Таким образом,

Таблица 1

Темп	Частота, F		Коэффициент деления		Частота, F _{факт} , Гц	Погрешность, %
	уд./мин	Гц	K ₂	K ₀ =256·K ₂		
Largo	45	0,75	98	25 088	0,7491	-0,11
Lento	52	0,8(6)	85	21 760	0,8637	-0,34
Adagio	60	1	73	18 688	1,0057	0,57
Andante	70	1,1(6)	63	16 128	1,1653	-0,11
Andantino	82	1,3(6)	54	13 824	1,3595	-0,52
Moderato	96	1,6	46	11 776	1,5960	-0,25
Allegretto	112	1,8(6)	39	9984	1,8824	0,85
Allegro	132	2,2	33	8448	2,2247	1,12
Vivo	154	2,5(6)	29	7424	2,5315	-1,37
Presto	180	3	24	6144	3,0590	1,97
Prestissimo	210	3,5	21	5376	3,4960	-0,11