

Рис. 2

на частоте 1 Гц постоянная времени определяется как

$$C_x \cdot R_{25} = 1000 \text{ мкФ} \cdot 910 \text{ Ом} = 0,91 \text{ с.}$$

Половина же периода колебаний $T/2$ составляет лишь 0,5 с, поэтому на данной шкале измерения окажутся заметно нелинейными.

Синхронный детектор состоит из ключа на полевом транзисторе VT1, узла управления ключом на ОУ DA1.3 и накопительного конденсатора C10. ОУ DA1.2 выдает управляющий сигнал на ключ VT1 во время положительной полуволны меандра, когда его амплитуда установлена. Конденсатор C10 запоминает постоянное напряжение, выделенное детектором.

С конденсатора C10 напряжение, несущее информацию о величине емкости C_x , через повторитель DA2.3 подается на микроамперметр PA1. Конденсаторы C11, C12 — сглаживающие. С движка переменного резистора калибровки R22 снимается напряжение на цифровой вольтметр с пределом измерения 2 В.

Источник питания (рис. 2) выдает двухполярные напряжения ± 9 В. Опорные напряжения образуют термостабильные стабилитроны VD5, VD6. Резисторами R25, R26 устанавливают необходимую величину выходного напряжения. Конструктивно источник питания объединен с измерительной частью прибора на общей монтажной плате.

В приборе использованы переменные резисторы типа СП3-22 (R21, R22, R25, R26). Постоянные резисторы R12 — R16 — типа С2-36 или С2-14 с допустимым отклонением $\pm 1\%$. Сопротивление R16 получено соединением последовательно нескольких подобранных резисторов. Сопротивления резисторов R12 — R16 можно использовать и других типов, но их надо подобрать с помощью цифрового омметра (мультиметра). Остальные постоянные резисторы — любые с мощностью рассеяния 0,125 Вт. Конденсатор C10 — К53-1 А, конденсаторы C11 — C16 — К50-16. Конденсаторы C1, C2 — К73-17 или другие металлопленочные, C3, C4 — КМ-5, КМ-6 или другие керамические с ТКЕ не хуже М750, их необходимо также подобрать с погрешностью не более 1%. Остальные конденсаторы — любые.

Переключатели SA1, SA2 — П2Г-3 5П2Н. В конструкции допустимо применить транзистор КП303 (VT1) с буквенными индексами А, Б, В, Ж, И. Транзис-

торы VT2, VT3 стабилизаторов напряжения могут быть заменены другими маломощными кремниевыми транзисторами соответствующей структуры. Вместо ОУ К1401УД4 можно использовать К1401УД2А, но тогда на пределе "1000 пФ" возможно появление ошибки из-за смещения входа дифференциатора, создаваемого входным током DA2.2 на R16.

Трансформатор питания T1 имеет габаритную мощность 1 Вт. Допустимо использовать трансформатор с двумя вторичными обмотками по 12 В, но тогда необходимо два выпрямительных моста.

Для настройки и отладки прибора требуется осциллограф. Неплохо иметь частотомер для проверки частот генератора треугольных колебаний. Нужны будут и образцовые конденсаторы.

Прибор начинают настраивать с установки напряжений +9 В и -9 В с помощью резисторов R25, R26. После этого проверяют работу генератора треугольных колебаний (осциллограммы 1, 2, 3, 4 на рис. 3). При наличии частотомера измеряют частоту генератора при разных положениях переключателя SA1. Допустимо, если частоты отличаются точно в 10 раз, так как от этого зависит правильность показаний прибора на разных шкалах. Если частоты генератора не кратны десяти, то необходимой точности (с погрешностью 1%) добиваются подбором конденсаторов, подключаемых параллельно конденсаторам C1 — C4. Если емкости конденсаторов C1 — C4 подоб-

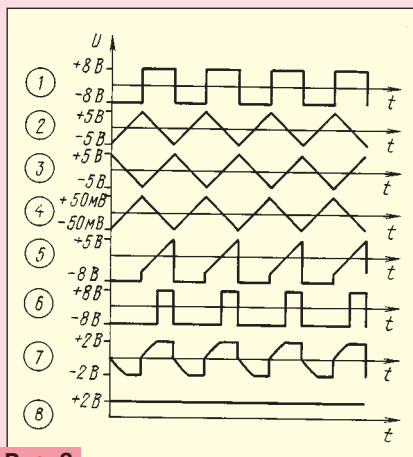


Рис. 3

раны с необходимой точностью, можно обойтись без измерения частот.

Далее проверяют работу ОУ DA1.3 (осциллограммы 5, 6). После этого устанавливают предел измерения "10 мкФ", множитель — в положение "x1" и подключают образцовый конденсатор емкостью 10 мкФ. На выходе дифференциатора должны быть прямоугольные, но с затянутыми, сглаженными фронтами колебания амплитудой около 2 В (осциллограмма 7). Резистором R21 выставляют показания прибора — отклонение стрелки на полную шкалу. Цифровой вольтметр (на пределе 2 В) подключают к гнездам XS3, XS4 и резистором R22 выставляют показания 1000 мВ. Если конденсаторы C1 — C4 и резисторы R12 — R16 точно подобраны, то показания прибора будут кратными и на других шкалах, что можно проверить с помощью образцовых конденсаторов.

Измерение емкости конденсатора, влияющего в плату с другими элементами, обычно получается достаточно точным на пределах 0,1 — 10 000 мкФ, за исключением случаев, когда конденсатор зашунтирован низкоомной резистивной цепью. Так как его эквивалентное сопротивление зависит от частоты $X_c = 1/\omega C$, то для уменьшения шунтирующего действия других элементов устройства необходимо увеличивать частоту измерения с уменьшением емкости измеряемых конденсаторов. Если при измерении конденсаторов емкостью 10 000 мкФ, 1000 мкФ, 100 мкФ, 10 мкФ использовать соответственно частоты 1 Гц, 10 Гц, 100 Гц, 1 кГц, то шунтирующее действие резисторов скажется на показании прибора при параллельно включенном резисторе сопротивлением 300 Ом (ошибка около 4%) и меньше. При измерении конденсаторов емкостью 0,1 и 1 мкФ на частоте 1 кГц ошибка в 4% будет из-за влияния параллельно включенного резистора уже сопротивлением 30 и 3 кОм соответственно.

На пределах 0,01 мкФ и 1000 пФ конденсаторы целесообразно проверять все-таки с отключением шунтирующих цепей, так как измерительный ток мал (2 мкА, 200 нА). Стоит, однако, помнить, что надежность конденсаторов небольшой емкости заметно выше благодаря конструкции и более высокому допустимому напряжению.

Иногда, например, при измерении некоторых конденсаторов с оксидным диэлектриком (К50-6 и т. п.) емкостью от 1 мкФ до 10 мкФ на частоте 1 кГц появляется погрешность, связанная, по всей видимости, с собственной индуктивностью конденсатора и потерями в его диэлектрике; показания прибора оказываются меньшими. Поэтому бывает целесообразно производить измерения на более низкой частоте (например, в нашем случае на частоте 100 Гц), хотя при этом шунтирующие свойства параллельных резисторов будут сказываться уже при большем их сопротивлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кучин С. Прибор для измерения емкости. — Радио, 1993, № 6, с. 21 — 23.
2. Болгов А. Испытатель оксидных конденсаторов. — Радио, 1989, № 6, с. 44.