

Рис. 2

мом МРН-14-1. Переключатели SA1 и SA2 вынесены за пределы платы. Они изготовлены с применением герконов. Подробное описание принципов действия и устройства таких переключателей приведено в [5]. О типах и номиналах резисторов и конденсаторов с допустимыми отклонениями рассказано в [4]. Переменный резистор R6 — СПЗ-9г с функциональной характеристикой типа В. Транзисторы КТ316Б заменимы на КТ316А или на любые другие СВЧ транзисторы со временем рассасывания не более 4 нс. Транзистор КТ326Б допустимо заменить на КТ326А или на КТ363А, Б, а транзистор КП303А — другими серии КП303 с напряжением отсечки около 0,5 В. Вместо диодов КД512А используйте КД513А или КД514А, а вместо микросхем серии К1533 — МС серий К155 и К555. Быстродействие блока развертки в этом случае снизится, но в большинстве случаев будет достаточным; при этом подойдут обычные высокочастотные транзисторы и диоды.

При монтаже МС свободные входы рекомендуется подключить к +U<sub>пит</sub> через резистор сопротивлением 1 кОм. К нему подключают несколько входов [6].

Настройка генератора развертки описано в [4]. Не следует устанавливать амплитуду импульсов ЛИН больше 5 В. При превышении этого значения резко возрастает нелинейность ЛИН, хотя визуально это и не заметно. Установить линейность развертки “на глазок” проще всего, но не совсем логично, так как генератор позволяет получить развертку с нелинейностью, не превышающей нескольких сотых процента. Чтобы использовать эту возможность, нужны специальные методы измерения нелинейности. Они несложны, однако требуют отдельного описания [7].

Немного об улучшении работы генератора развертки. Несмотря на хорошую линейность развертки, его нельзя назвать устройством высокой точности, так как амплитуда и дли-

тельность импульсов ЛИН зависят от температуры. Сам по себе формирователь ЛИН очень стабилен благодаря применению истокового повторителя со следящей обратной связью на транзисторах VT3 и VT4. Вследствие частичной компенсации нестабильности полевого и биполярного транзисторов и глубокой ООС параметры этого повторителя очень мало зависят от температуры [8]. При термостабильных элементах C<sub>t</sub> и R<sub>t</sub> угол наклона ЛИН практически не меняется.

Температурная зависимость ЛИН объясняется изменением порога срабатывания ТШ. Зависимость порога от температуры нелинейная, как у полупроводниковых терморезисторов, что дает возможность сравнительно просто осуществить хорошую термокомпенсацию. Схема корректирующей цепи приведена на рис. 4. Размещение терморезисторов вблизи корпуса микросхемы уменьшило нестабильность амплитуды и длительности импульсов ЛИН от температуры более чем в 10 раз, в интервале температур 20...50 °С она не превышает 0,7 %. В цепи коррекции применен резистор ММТ-1, имеющий при t=20 °С сопротивление 1660 Ом. Резисторы R4 и R5 — С2-29 мощностью 0,125 Вт с отклонением от номинала не более ±0,25 %.

После введения коррекции амплитуда ЛИН возрастает на 0,8 В, но не нужно стремиться восстановить прежнюю амплитуду: это может привести к нарушению термокоррекции. Проще изменить коэффициент передачи усилителя горизонтального отклонения.

В отличие от осциллографов с двойной разверткой, имеющих два генератора ЛИН и два вида синхронизации, блок с задержанной разверткой содержит лишь один синхронизируемый генератор ЛИН. С таким генератором работать проще. В дополнение к обычным манипуляциям органами управления осциллографа приходится чаще всего использовать только ручку “Задержка развертки” (R6) и в редких случаях — переключатель выбора поддиапазона (SA1).

Большинство измерений, производимых осциллографом с двойной разверткой, можно сделать прибором, снабженным предлагаемой задержанной разверткой. Исключение составляет режим “Б подств. А”: в этом положении переключателя “Вид развертки” подсвечивается участок, ко-

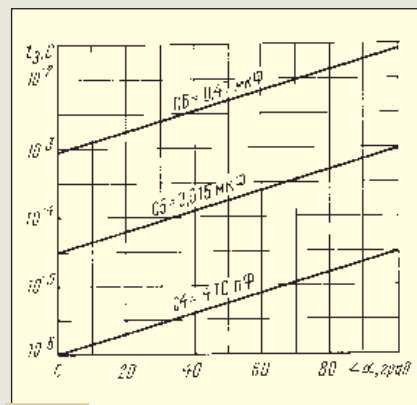


Рис. 3

торый подлежит рассмотрению с увеличением. Но процедура и здесь довольно сложная, да и особой необходимости в подсветке нет, так как нужный участок можно найти и без нее.

Принципиальное сходство между двумя рассматриваемыми устройствами состоит в том, что синхронизация развертки осуществляется не тем сигналом, который виден на экране, а другим. Благодаря этому можно рассматривать фронты импульсов и сигналы, амплитуда которых недостаточна для запуска синхронизации.

Использовать генератор в простом дешевом осциллографе вряд ли целесообразно, так как при этом не реализуется его высокая точность. Конечно, это дело вкуса и возможностей пользователей, но лучше дополнить им хороший точный осциллограф, не имеющий задержанной развертки. Его можно выполнить и в виде отдельного блока с автономным питанием. Тогда выход генератора подключают к входу “X” осциллографа. Синхронизируют генератор как внешним сигналом, так и синхроимпульсами одного из каналов вертикального отклонения, выходы которых имеются в каждом осциллографе. Можно использовать для этого и выход пилооб-

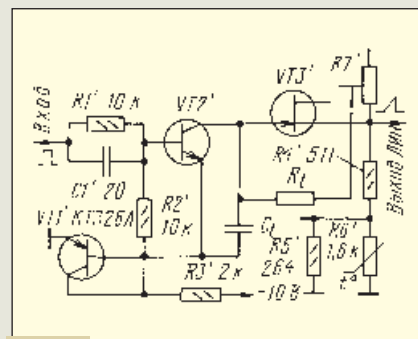


Рис. 4

разного напряжения осциллографа. Тогда в приставке придется установить переключатель вида синхронизации и делитель напряжения, если в них будет необходимость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баев Е. Ф., Бурылин Е. И. Миниатюрные электрические линии задержки. — М.: Сов. Радио, 1977.
2. Блюдин Е. К., Боднар Э. М. и др. Портативные осциллографы. — М.: Сов. Радио, 1978.
3. Вишневский В. Н. и др. Портативные осциллографы с цифровыми измерениями параметров сигнала. — М.: Энергоатомиздат, 1991.
4. Дорощев М. Генератор развертки осциллографа. — Радио, 1996, № 11, с. 32—34.
5. Хазаров К. И. Переключатели с магнитоуправляемыми контактами. — М.: Энергия, 1978.
6. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. Справочник. Под ред. С. В. Якубовского. — М.: Радио и связь, 1990.
7. Дорощев М. Измерение нелинейности развертки. — Радио, 1998, № 7, с. 28.
8. Севин Л. Полевые транзисторы. — М.: Мир, 1968.