

## СВЧ делители частоты



- Рабочий диапазон частот ..... 30 ...1300 мГц
- Чувствительность ..... 10 ... 200 мВ
- Питание ..... 5 В
- Потребляемый ток ..... 20 ... 80 мА
- Подключаются к любому частотомеру
- Простая схема, доступные комплектующие:
- К193ИЕ2, К193ИЕ3, LB3500, SAВ6456
- TD6359, TD6380, TD6381, TD6382, TD7614

Большинство частотомеров, собранных на микросхемах дискретной логики или микроконтроллерах, не позволяют измерять частоты выше 40...50 мГц. Для измерения частот выше этого значения необходимо использовать предварительный СВЧ делитель.

Существует большое количество микросхем, на которых можно собрать такой предварительный делитель частоты, но, к сожалению, в магазинах их выбор довольно ограничен. Это объясняется тем, что в новых серийных разработках частотомеров и другой измерительной техники используются микросхемы все большей и большей степени интеграции – однокристалльные синтезаторы, частотомеры и др. Отдельно микросхемы делителей частоты используются относительно редко, поэтому их стоимость высока и они довольно дефицитны. Но, к счастью для радиолюбителей, выбор пока еще есть.

Предлагаю несколько вариантов схем СВЧ делителей для частотомеров. Определяющий критерий при выборе элементной базы – простота схемы и доступность комплектующих. Конструктивно СВЧ делители частоты выполняются в виде выносного пробника, в качестве корпуса хорошо подходит металлические корпуса от внешних делителей напряжения, которые широко использовались в старых отечественных осциллографах.

Все делители можно использовать совместно с частотомерами, описания которых есть на моем сайте. Сигнал с выхода делителя подается по кабелю длиной до 1 м на входной формирователь частотомера. Коэффициент деления учитывается в программе частотомера, поэтому на индикатор будет выводиться истинная частота измеряемого сигнала.

Необходимо отметить склонность всех СВЧ делителей к самовозбуждению на частотах 10...30 мГц в отсутствие входного сигнала. Именно это и определяет нижний предел измеряемой частоты. В результате, при отсутствии входного сигнала, частотомер показывает какое-то хаотически изменяющееся значение. Самый простой способ борьбы с этим неприятным явлением – небольшая разбалансировка дифференциального входного каскада микросхемы. Практически это осуществляется соединением одного из входов с общим проводом через резистор номиналом около 100 кОм. На всех

схемах это резистор R1. Конечно, чувствительность при этом несколько снижается, но с этим приходится мириться. Диоды VD1 и VD2 ограничивают амплитуду входного сигнала до безопасного для микросхемы делителя уровня. Они должны иметь минимальную проходную емкость. На выходе схемы отсутствует разделительный конденсатор, т.к. он установлен во входном формирователе частотомера.

Вначале две классические схемы с использованием микросхем серии К193. Эта серия была освоена отечественной промышленностью в девяностые годы прошлого века. Разумеется, не на пустом месте, а на основе разработок фирмы «Plessey Semiconductors». Но отечественные микросхемы – это не полные аналоги импортных. Отличия в данном случае в расположении выводов и особенностях подачи напряжения питания.

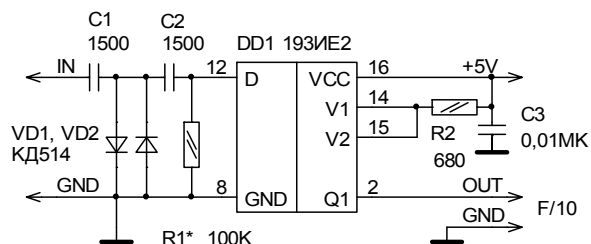


Рис 1. Схема СВЧ делителя на К193ИЕ2

Микросхема К193ИЕ2 является аналогом SP8685А, имеет диапазон рабочих частот от 40 до 500 мГц, коэффициент деления 10. Двойная амплитуда выходного напряжения около 0,8 В, чувствительность 100...200 мВ. Потребляемый ток около 50 мА. Схема включения показана на рис. 1.

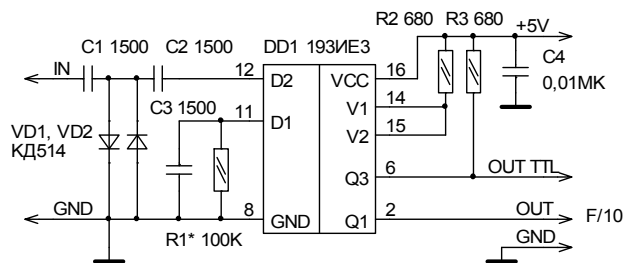


Рис 2. Схема СВЧ делителя на К193ИЕ3

К193ИЕ3 аналог SP8690. Схема ее включения имеет незначительные отличия от К193ИЕ2, она показана на рис.2. Диапазон рабочих частот этого

делителя несколько уже – от 30 до 200 мГц, но у него есть выход с TTL уровнями, сигнал с которого можно непосредственно, без входного формирователя, подать на логику частотомера. И потребляемый ток меньше – около 20 мА. Коэффициент деления равен 10, чувствительность 100...200 мВ.

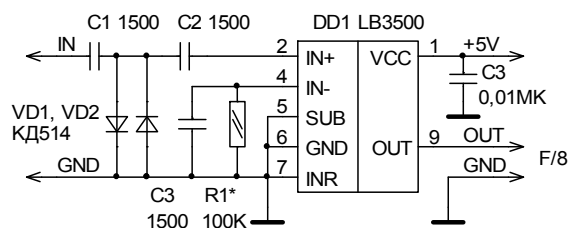


Рис 3. Схема СВЧ делителя на LB3500

Хороший выбор для ВЧ делителя – микросхема LB3500 фирмы «Sanyo». Схема включения показана на рис. 3. Согласно datasheet, диапазон рабочих частот 30...150 мГц, но имеющийся у меня экземпляр устойчиво работает до 350 мГц. Коэффициент деления 8, чувствительность 100 мВ, двойная амплитуда выходного сигнала 0,9 В. Потребляемый ток около 20 мА. Простое и дешевое решение!

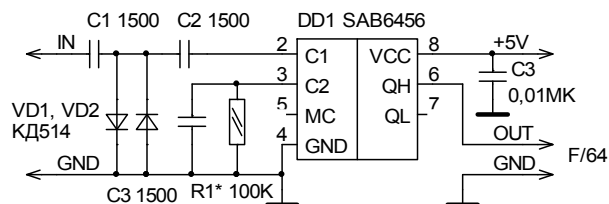


Рис 4. Схема СВЧ делителя на SAB6456

Особо следует отметить SAB6456 фирмы «Philips Semiconductors». Это делитель с диапазоном рабочих частот от 70 до 1000 мГц. Потребляемый ток около 20 мА, а заявленная чувствительность 10 мВ! Двойная амплитуда выходного сигнала 1 В. Схема включения показана на рис. 4. Коэффициент деления равен 64, если вывод 5 (MC) никуда не подключен. Если соединить его с общим проводом, коэффициент деления будет 256. К сожалению, эта микросхема относительно дорогая и редкая.

Микросхемы малой степени интеграции постепенно снимаются с производства, поэтому иногда проще и дешевле приобрести синтезатор частоты, чем делитель. К счастью для радиолюбителей, в некоторых типах синтезаторов разработчики предусмотрели тестовый режим, при котором на один из выводов микросхемы подается входной сигнал после делителя с фиксированным коэффициентом деления. Тестовый режим включается определенной комбинацией уровней напряжения на управляющих входах синтезатора.

Один из таких синтезаторов TD6359 фирмы «Toshiba». Микросхема выпускается в корпусе DIP20. Схема ее включения в тестовом режиме показана рис. 5. Диапазон рабочих частот 80...1000 мГц. Коэффициент деления 256, выход с открытым коллектором. Чувствительность около 100...200 мВ, потребляемый ток – 60...80 мА.

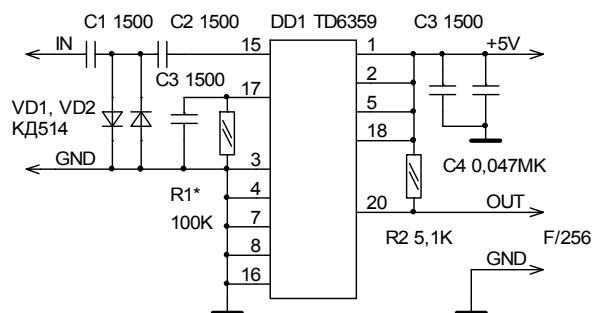


Рис 5. Схема СВЧ делителя на TD6359

Аналогичную схему включения и параметры имеют синтезаторы TD6380, TD6381 и TD6382, которые также можно использовать в качестве СВЧ делителей. Цоколевка для DIP корпусов TD6380P и TD6380N совпадает с TD6359. Согласно datasheet, TD6380 81/82 существуют и в корпусе SZIP21, расположение выводов у которого иное. Микросхемы в этом корпусе имеют маркировку TD6380Z.

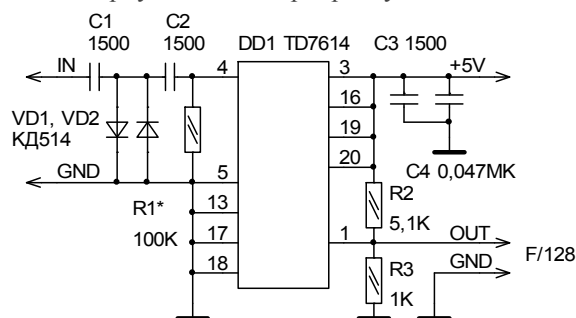


Рис 6. Схема СВЧ делителя на TD7614

Еще один синтезатор, который может работать в тестовом режиме как СВЧ делитель – это TD7614F «Toshiba». Он выпускается в корпусе SOP20. Схема включения показана на рис. 6. Частотный диапазон 80...1300 мГц, чувствительность 100...200 мВ, потребляемый ток до 75 мА, двойная амплитуда выходного сигнала около 0,8 В. Коэффициент деления 128.

Налаживание всех схем заключается в подборе номинала резистора R1 до устранения самовозбуждения в отсутствие входного сигнала. Чем меньше R1, тем меньше вероятность возбуждения, но и меньше чувствительность. Рекомендую вначале не ставить этот резистор вообще, если возникнет самовозбуждение, нужно подобрать максимальный номинал R1, при котором возбуждение устраняется. Обычно это около 100 кОм.

На практике я использую схемы на K193IE3, LB3500 и TD7614. Планирую приобрести и испытать SAB6456.

**Схемы в формате Orcad 9.1 можно загрузить с сайта автора по адресам:**

<http://ra4nal.qrz.ru>  
<http://ra4nal.lanstek.ru>  
<http://ra4nalr.tut.ru>

**Коммерческое использование с согласия автора. Перепечатка со ссылкой на первоисточник.**