

УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ ДИАПАЗОНА 10...1050 МГц

Александр Титов

Домашний адрес: 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 46, кв. 28.

Тел. (382-2) 51-65-05, E-mail: titov_aa@rk.tusur.ru

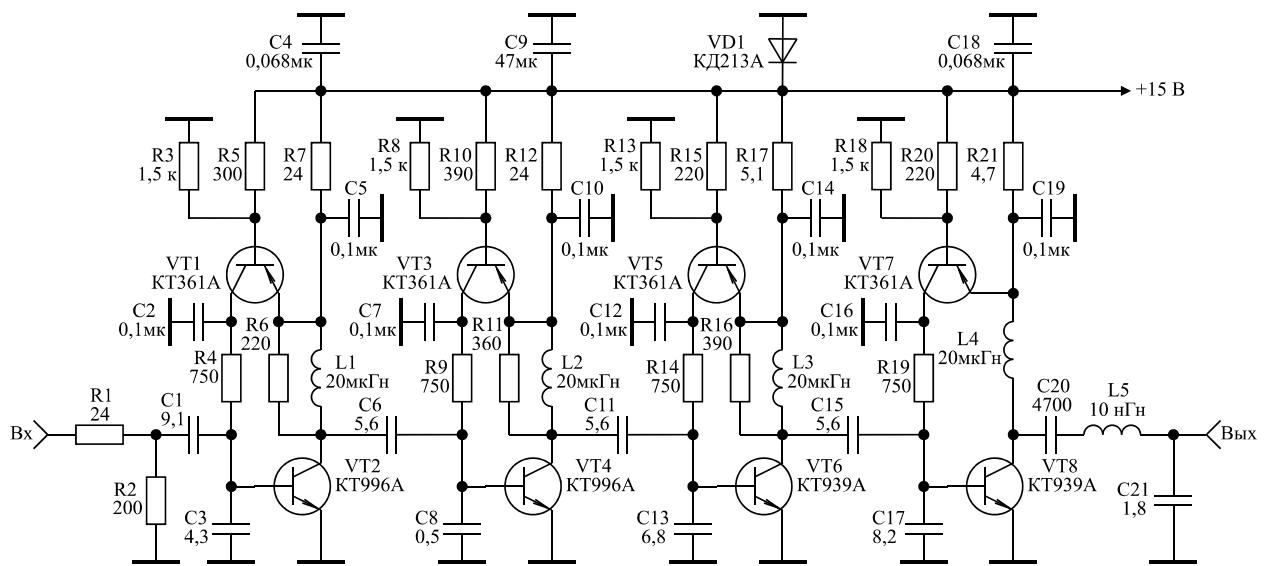
(Схемотехника. – 2006. – № 1. – С. 62–63.)

Многооктавные усилители мощности находят применение в сверхширокополосных системах радиолокации и связи, при построении перестраиваемых генераторов, создании панорамных измерителей импедансов и модуляторов лазерного излучения. В статье приведено описание многооктавного усилителя мощности, настройка которого сводится к подбору трех конденсаторов высокочастотной коррекции.

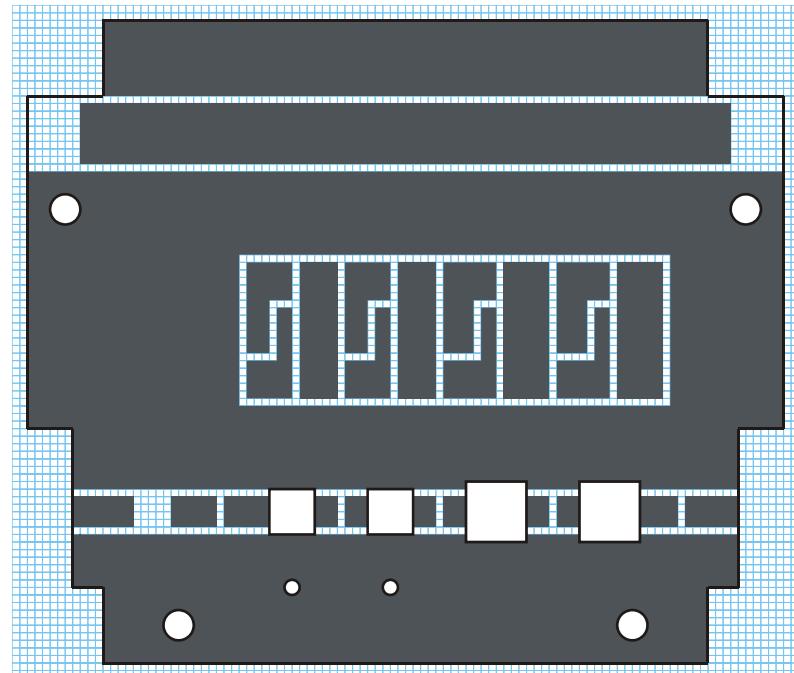
Технические характеристики усилителя:

- | | |
|---|----------------|
| • полоса рабочих частот | 10...1050 МГц; |
| • максимальный уровень выходной мощности | 1,3...1,8 Вт; |
| • коэффициент усиления | 41 дБ; |
| • неравномерность амплитудно-частотной характеристики | ± 1,5 дБ; |
| • сопротивление генератора и нагрузки | 50 Ом; |
| • потребляемый ток | 640 мА; |
| • напряжение питания | +15 В; |
| • габаритные размеры | 100·85·30 мм. |

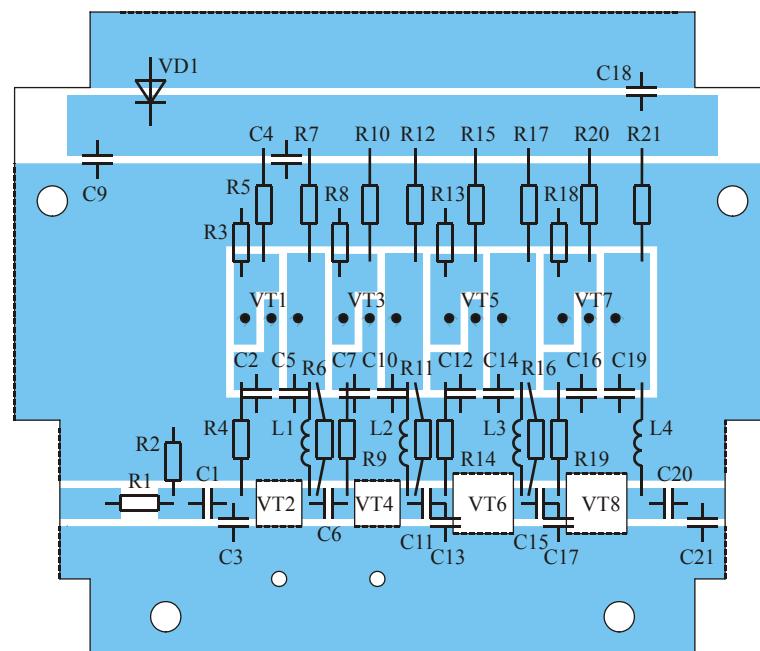
Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 1, на рис. 2 приведен чертеж печатной платы, на рис. 3 показано расположение элементов, а на рис. 4 – фотография его внешнего вида.



Rис. 1



Puc. 2



Puc. 3

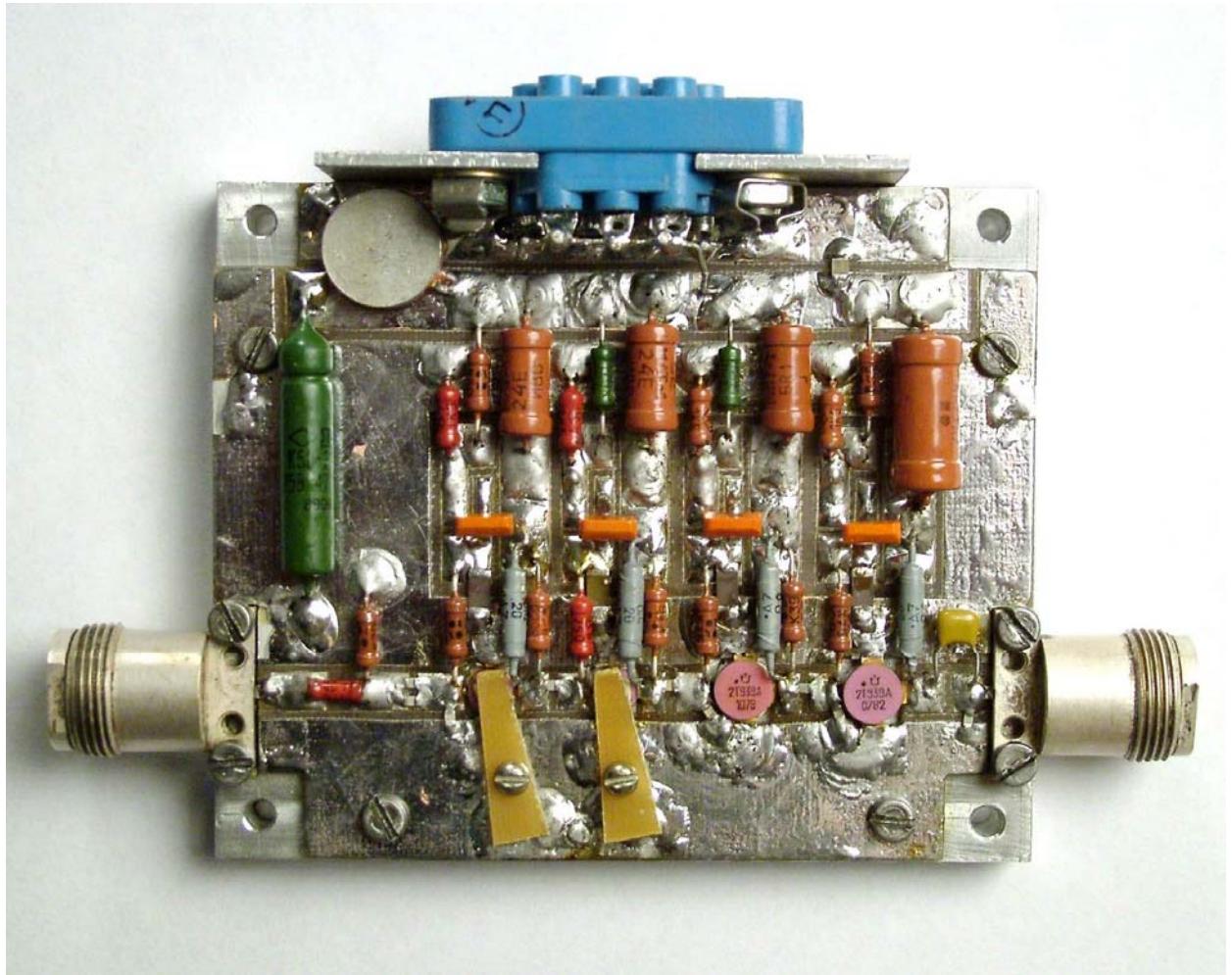


Рис. 4

Рассматриваемый ниже усилитель является модификацией схемных решений подобных усилителей, описанных в [1, 2]. Его достоинствами являются простота изготовления и настройки, большой коэффициент усиления при малом числе каскадов, использование однополярного питания.

Усилитель содержит четыре каскада усиления на транзисторах $VT2$, $VT4$, $VT6$, $VT8$, включенных по схеме с общим эмиттером.

Все каскады усилителя работают в режиме класса A с фиксированной рабочей точкой и токами покоя транзисторов $VT2$, $VT4$, $VT6$, $VT8$ равными $0,08$ А; $0,12$ А; $0,2$ А; и $0,3$ А соответственно. Стабилизация токов покоя каскадов достигается благодаря применению схемы активной коллекторной термостабилизации [3]. Токи покоя, при этом, устанавливаются подбором номиналов резисторов $R5$, $R10$, $R15$, $R20$. Уменьшение указанных резисторов приводит к уменьшению токов покоя и наоборот.

Во всех каскадах усилителя использованы реактивные межкаскадные корректирующие цепи третьего порядка [4], где в качестве одного из элементов корректирующей цепи используется индуктивная составляющая входного сопротивления транзистора [4, 5].

Печатная плата (рис. 2) размером 100·85 мм изготавливается из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Пунктирными линиями на рис. 2 обозначены места металлизации торцов, что может быть сделано с помощью металлической фольги, которая припаивается к нижней и верхней части платы. Металлизация необходима для устранения паразитных резонансов и заземления нужных участков печатной платы.

Основание усилителя выполнено из дюралюминия толщиной 10 мм и при длительной его эксплуатации устанавливается на небольшой радиатор.

Все транзисторы усилителя крепятся к основанию с использованием теплопроводящей пасты. Для улучшения теплового контакта транзисторов $VT2$ и $VT4$ с основанием усилителя они прижаты к основанию стеклотекстолитовыми пластинами (см. рис. 4).

В усилителе использованы безиндуктивные конденсаторы типа К10-42 в высокочастотном тракте и типа К10-17 в цепях фильтрации.

Настройка усилителя состоит из следующих этапов. Вначале с помощью резисторов $R5$, $R10$, $R15$, $R20$ устанавливаются токи покоя транзисторов $VT2$, $VT4$, $VT6$, $VT8$. Для этого указанные резисторы поочередно заменяются потенциометрами и по измерениям напряжений на резисторах $R7$, $R12$, $R17$, $R21$ устанавливаются требуемые токи покоя транзисторов $VT2$, $VT4$, $VT6$, $VT8$. Затем впаиваются все элементы высокочастотного тракта за исключением конденсаторов $C13$, $C17$ и $C21$. Следует иметь в виду, что на рис. 3 элементы $C8$ и $L5$ не указаны. Роль $C8$ выполняет металлизированная площадка, к которой припаивается база транзистора $VT4$, а в качестве индуктивности $L5$ используются ножки конденсатора $C20$, что видно на фотографии (рис. 4).

При включении усилителя без конденсаторов $C13$, $C17$ и $C21$ его амплитудно-частотная характеристика в режиме малого сигнала будет равномерна до 600...700 МГц с дальнейшим медленным спадом, составляющим на частоте 1000 МГц около 7...10 дБ. Подключением конденсаторов $C13$ и $C17$ следует выровнять амплитудно-частотную характеристику в области частот 700...1000 МГц.

Выходная ёмкость транзистора $VT8$ оказывается включенной параллельно нагрузке, что приводит к уменьшению максимального значения выходной мощности усилителя с ростом частоты. Для устранения указанного недостатка на выходе усилителя установлены элементы $L5$ и $C21$, образующие совместно с выходной ёмкостью транзистора $VT8$ фильтр низких частот [6]. Поэтому с помощью подключения и изменения в небольших пределах значения емкости конденсатора $C21$, следует добиться выравнивания максимальной величины выходной мощности усилителя в рабочем диапазоне частот.

И, наконец, варьируя токами покоя транзисторов усилителя необходимо найти такие значения указанных токов, при которых усилитель отдает в нагрузку требуемую мощность при минимальной мощности, потребляемой от источника питания.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Титов А.А. Сверхширокополосный усилитель // Радиоаматор. – 2004. – № 8. – С. 51–52.
2. Титов А.А. Широкополосный усилитель мощности от 1 до 2100 МГц // Радиохобби. – 2005. – № 1. – С. 37–39.
3. Титов А.А. Расчет схемы активной коллекторной термостабилизации и её использование в усилителях с автоматической регулировкой потребляемого тока // Электронная техника. Сер. СВЧ-техника. – 2001. – № 2. – С. 26–30.
4. Титов А.А., Ильюшенко В.Н. Транзисторные усилители мощности с повышенными энергетическими характеристиками. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2004. – 286 с.
5. Петухов В.М. Транзисторы и их зарубежные аналоги: Справочник. В 4 томах. – М.: Издательское предприятие РадиоСофт, 2000.
6. Широкополосные радиопередающие устройства / Алексеев О.В., Головков А.А., Полевой В.В., Соловьев А.А.; Под ред. О.В. Алексеева. – М.: Связь, 1978. – 304 с.