

УДК 621.396.62

Е.С. Литвиненко

Малошумящий усилитель диапазона 1–6 ГГц

Сообщается о разработке и исследовании малошумящего сверхширокополосного усилителя диапазона 1–6 ГГц. Его основные достоинства – низкий уровень шума (не более 1,5 дБ), высокий уровень выходной мощности (до 20 дБм), коэффициент усиления по мощности не менее 40 дБ при неравномерности не более 3 дБ во всём диапазоне. Предусмотрена защита от переплюсовки напряжения питания.

Ключевые слова: усилитель, моделирование, технические характеристики, настройка, коэффициент усиления, коэффициент шума.

Задача работы сводится к проектированию СВЧ-усилителя по комплексу требований к его характеристикам в широкой полосе частот; определению предельно возможных значений рабочих характеристик каскада; оценке совместимости, предъявляемых к усилителю требований.

Усилитель должен удовлетворять следующим требованиям: полоса пропускания 1–6 ГГц; коэффициент усиления 35 дБ; неравномерность коэффициента усиления в рабочем диапазоне не более 3 дБ; коэффициент шума не более 1,5 дБ; коэффициенты отражения на входе и выходе не более 2,5 раза. Усилитель был выполнен на трех каскадах на основе двух биполярных транзисторов и микросхемы SBB4089 – корпусированный монолитный усилитель. Выбор транзисторов и числа каскадов осуществляется согласно основным техническим требованиям. Электрическая схема малошумящего усилительного устройства (МШУ) представлена на рис. 1. За счет применения трех каскадов обеспечивается требуемый уровень коэффициента усиления. Между каскадами для достижения равномерности характеристики размещены корректирующие цепи. Коррекция рассчитывается на согласованный тракт с волновым сопротивлением 50 Ом. Структура корректирующей цепи обусловлена наличием Т-аттенюатора, выравнивающего (ослабляющего) амплитудную характеристику на низких частотах. На высоких частотах влияние аттенюатора ограничивают конденсаторы и индуктивность, не внося рассогласование в тракт. Схема питания подобрана так, что с её применением соблюдаются необходимые режимы по постоянному току при заданном напряжении 5 В.

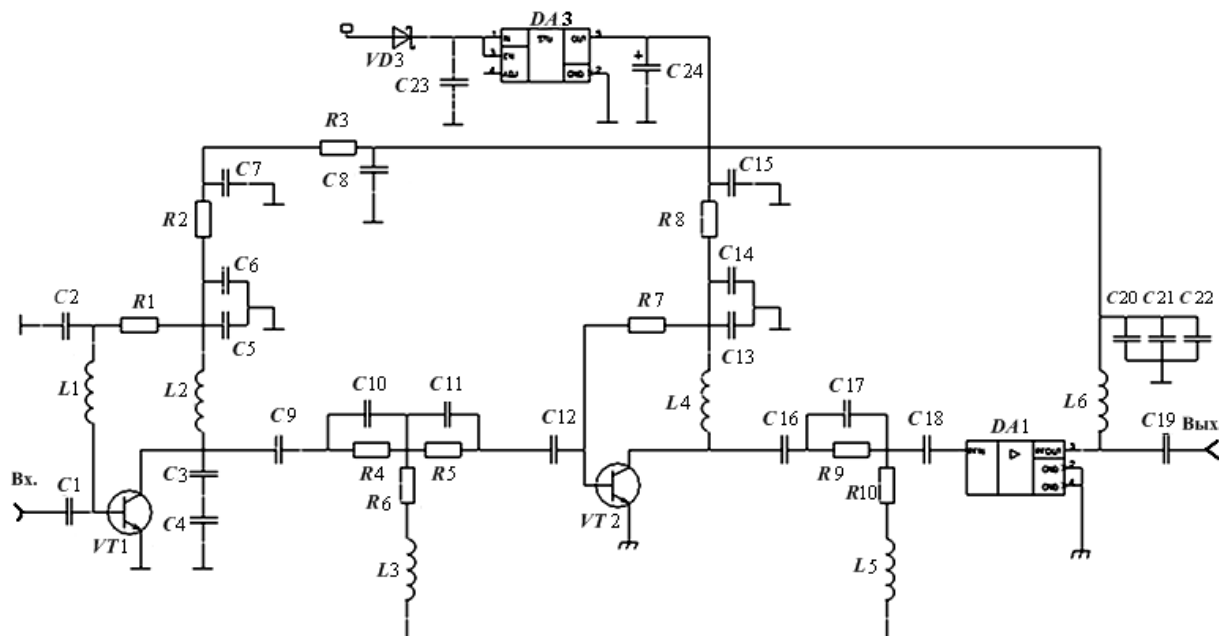


Рис. 1. Электрическая схема усилителя

Оптимизированная частотная характеристика S -параметров модели усилителя приведена на рис. 2.

После выполнения платы и сборки комплектации было проведено макетирование опытных образцов усилителей. Результаты настройки платы усилителя представлены на рис. 3.

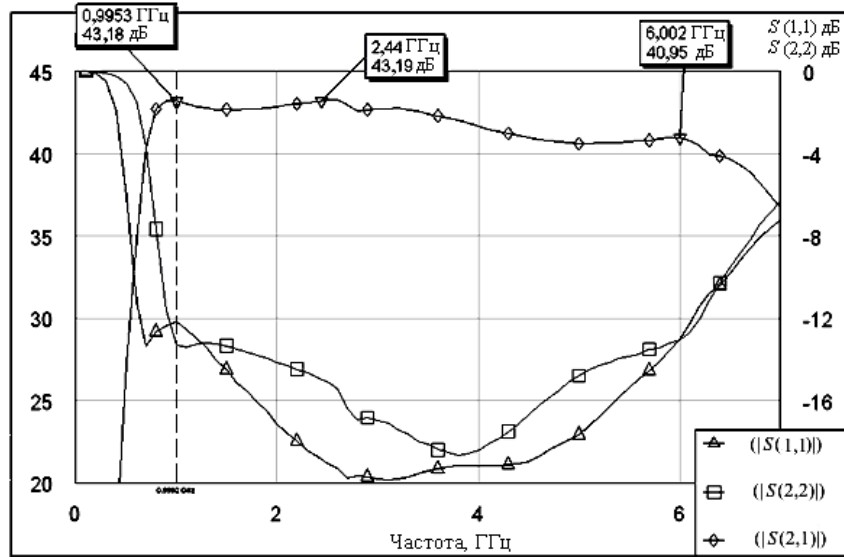


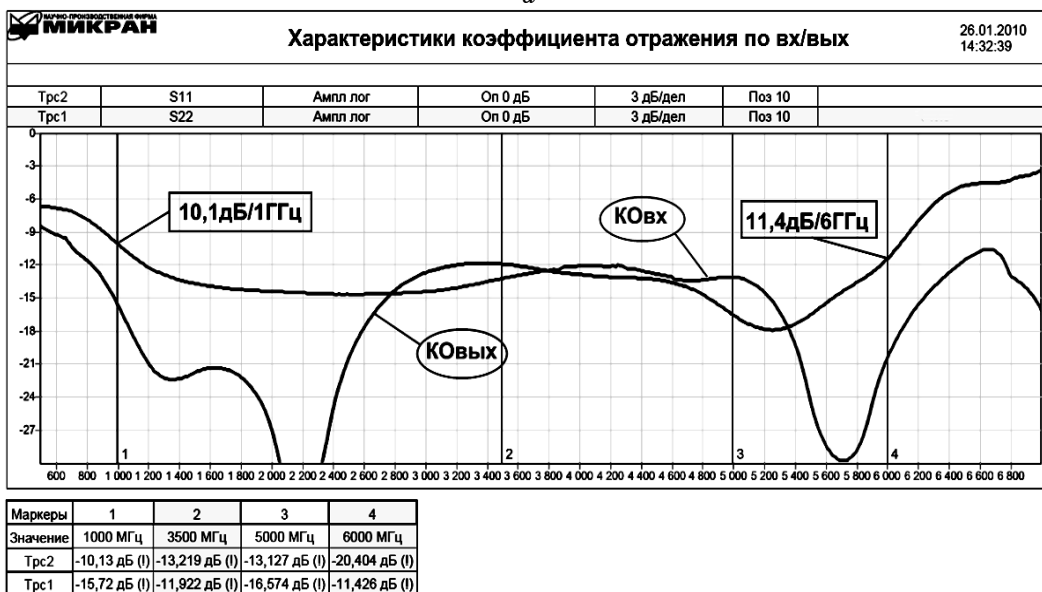
Рис. 2. Частотные характеристики модели усилителя

Амплитудно-частотная характеристика



Маркеры	1	2	3	4	5	6	7
Значение	600 МГц	1000 МГц	1350 МГц	2000 МГц	2600 МГц	5487 МГц	6000 МГц
Трс1	40,057 дБ (!)	44,98 дБ (!)	44,163 дБ (!)	45,02 дБ (!)	45,7 дБ (!)	44,12 дБ (!)	43,55 дБ (!)

а



Маркеры	1	2	3	4
Значение	1000 МГц	3500 МГц	5000 МГц	6000 МГц
Трс2	-10,13 дБ (!)	-13,219 дБ (!)	-13,127 дБ (!)	-20,404 дБ (!)
Трс1	-15,72 дБ (!)	-11,922 дБ (!)	-16,574 дБ (!)	-11,428 дБ (!)

б

Рис. 3 (начало). Измеренные частотные характеристики усилителя: а – коэффициент передачи; б – коэффициенты отражения по входу и выходу



в

Рис. 3 (продолжение). Измеренные частотные характеристики усилителя:
в – коэффициент шума после настройки платы

В результате было реализовано малошумящее усилительное устройство в диапазоне частот 1–6 ГГц со следующими параметрами: коэффициент усиления (35±3) дБ; коэффициент отражения по входу/выходу менее минус 10 дБ, что соответствует значению КСВН менее 2; коэффициент шума менее 1,5 дБ.

Литвиненко Екатерина Сергеевна
Студентка 5-го курса РТФ ТУСУРа
Тел.: 8-913-117-75-48
Эл. почта: Litvinenko@sibmail.com

Litvinenko E.S.
1–6 GHz low noise amplifier

The given paper describes development and investigations of a low-noise ultra-wide band amplifier for 1–6 GHz frequency range. The amplifier is characterized by the following parameters: 40 dB gain (gain flatness is not worse than 3 dB), 1.5 dB noise figure, and +20 dBm output power at 1 dB gain compression, with 110 mA current consumption from +5 V voltage supply. There is a protection against reversal of supply voltage polarity.

Keywords: amplifier, modeling, performance, tuning, gain, noise figure.