Для сравнения следует отметить следующее. Расчет вместимости приемного бункера дробильной установки с использованием методов теории массового обслуживания без предлагаемого поправочного коэффициента, учитывающего технические характеристики применяемых автосамосвалов, приводит к ошибочному выводу, что при применении автосамосвалов любой грузоподъемности вместимость бункера должна более чем в четыре раза превышать объем породы в кузове автосамосвала независимо от числа постов разгрузки и возможностей автотранспорта по обеспечению заданной производительности комплекса.

Таким образом, вместимость приемного бункера карьерной дробильной установки и число постов разгрузки должны выбираться с учетом технических характеристик используемых автосамосвалов в конкретных условиях их применения.

1. Кофман А., Крюон Р. Массовое обслуживание. Теория и приложения. // М., Мир, 1985, с. 185.
2. Фадеев В.В., Чапурин Н.А. Дробильные установки на карьерах// М., Недра, 1981, с. 168.

Зикий А.Н., Волощук А.Ю., Швецов М.С.
Широкополосный малошумящий усилитель

*Инженерно-технологическая академия Южного федерального университета
(Россия, Таганрог)*

doi: 10.18411/lj-10-2018-188

idsp: 000001:lj-10-2018-188

Аннотация

Проведено экспериментальное исследование малошумящего усилителя с диапазоном рабочих частот от 10 до 145 МГц. Представлены функциональная и принципиальная схемы, описание конструкции и методика эксперимента. Результатом эксперимента являются амплитудная и амплитудно-частотные характеристики усилителя, подтверждающие заданные параметры.

Ключевые слова: усилитель, амплитудно-частотная характеристика, амплитудная характеристика, точка компрессии, отрицательная обратная связь.

Введение

Малошумящие усилители нашли широкое применение во входных каскадах радиоприемных устройств, а также в качестве усилителей промежуточной частоты приемника СВЧ. Они являются определяющими в обеспечении коэффициента шума и чувствительности приемника, поэтому их совершенствование является актуальным [1-4].

К усилителю предъявляются следующие требования:

- Полоса пропускания по уровню минус 3 дБ от максимума от 10 МГц до 145 МГц.
- Максимальный коэффициент усиления слабых сигналов не менее 20дБ.
- Верхняя граница линейности амплитудной характеристики по входу при компрессии в 1 дБ не менее 5 мВ.
- Входное и выходное сопротивление 50 Ом.
- Питание +18 В.

Перечисленные выше требования можно выполнить как в усилителе на транзисторах, так и на микросхемах. В данной работе будет исследован усилитель на транзисторах.

Схема и конструкция

Функциональная схема усилителя приведена на рисунке 1. Усилитель состоит из двух широкополосных каскадов с коррекцией АЧХ в области верхних частот на

транзисторах VT1, VT2, эмиттерного повторителя на транзисторе VT3 и оконечного каскада с общим эмиттером на транзисторе VT4. Три последних каскада охвачены цепью отрицательной обратной связи с эмиттера VT4 на базу VT2, что позволяет уменьшить перегрузку этих каскадов для мощных сигналов.

Принципиальная схема усилителя приведена на рисунке 2. Первый каскад выполнен на малошумящем СВЧ транзисторе типа KT382A[5]. Граничная частота коэффициента передачи тока в схеме ОЭ не менее 1,8 ГГц, коэффициент шума не более 3 дБ. Последующие каскады усиления выполнены на транзисторах типа KSY71. Для устранения самовозбуждения в цепи питания каскадов установлены LC фильтры нижних частот. Первый, второй и четвертый каскады имеют цепи автосмещения, что позволяет работать усилителю в широком диапазоне температур.

Рисунок 1 – Функциональная схема усилителя

В качестве стабилизатора напряжения применена интегральная микросхема МАА723.

Рисунок 2 – Принципиальная схема усилителя

Почти все детали усилителя размещены на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размером $115 \times 40 \times 1,5$ мм, кроме соединителей и фильтров в цепи питания. Печатная плата помещена в стальной корпус размером $178 \times 47 \times 45$ мм и закрывается двумя крышками. Корпус выполняет роль экрана, поэтому по контуру крышек закреплен пружинящий контакт. На корпусе закреплен входной и выходной ВЧ соединитель типа TNC, а также НЧ соединитель для подачи питания типа PC10.

Эксперимент

Первый эксперимент проводился на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 3. Она содержит векторный анализатор цепей типа “Обзор-103” [6], ноутбук, источник питания типа GPS-3303, комплект кабелей и переходов, фиксированный аттенюатор 20 дБ.

Рисунок 3 – Структурная схема измерительной установки

Калибровка “Обзора-103” проводилась вместе с аттенюатором 20 дБ, поэтому поправки на его затухание вводить не нужно.

На рисунке 4 можно видеть АЧХ усилителя в полосе от 0,3 до 300 МГц. На рисунке 5 показана АЧХ усилителя в полосе от 0,3 до 1300 МГц. Из рисунков 4 и 5 видно, что требования к усилителю по диапазону рабочих частот и коэффициенту усиления выполняются. Из рисунка 5 также можно видеть, что усилитель в полосе от 300 до 1300 МГц не имеет ложных полос пропускания, затухание монотонно растет с ростом частоты.

Рисунок 4 – АЧХ усилителя в полосе 300 МГц.

Рисунок 5 – АЧХ усилителя в полосе 1300 МГц

Второй эксперимент проводился на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 6. Она содержит генератор высокочастотных сигналов типа Г4-218/1, осциллограф типа TDS3052B и источник питания типа GPS-3303. Осциллограф был переключен на входное сопротивление 50 Ом. На вход усилителя подавался радиосигнал с эффективным значением напряжения от 1 до 30 мВ. Результаты измерения размаха выходного напряжения приведены во втором столбце таблицы 1. В третьем столбце приведены результаты расчета эффективного напряжения на выходе усилителя. Размах и эффективное напряжение различаются в 2,82 раза, или на 9 дБ. По данным таблицы 1 построен график амплитудной характеристики усилителя на рисунке 7. Из этого графика можно сделать вывод, что коэффициент усиления при малом сигнале на частоте 100 МГц составляет 21 дБ, а точка компрессии амплитудной характеристики по входу составляет 7 мВ.

Рисунок 6 – Структурная схема для снятия амплитудной характеристики

Таблица 1.

Амплитудная характеристика.

U _{вх} , мВ эфф.	U _{вых} , размах мВ	U _{вых} мВ эфф.
1	35	12,4
2	63	22,3
3	90	31,9
4	117	41,5
5	141	50
6	164	58,1
7	177	62,7
8	184	65,2
9	190	67,4

10	194	68,8
11	199	70,6
12	202	71,6
13	205	72,7
14	207	73,4
15	211	74,8
16	214	75,9
17	215	76,2
18	217	76,9
19	218	77,3
20	221	78,4
21	223	79,1
22	224	79,4
23	225	79,8
24	225	79,8
25	227	80,5
26	228	80,9
27	229	81,2
28	229	81,2

Рисунок 7 - Амплитудная характеристика на частоте 100 МГц

Выводы

1. Основные параметры усилителя сведены в таблицу 2.

Таблица 2.

Параметры усилителя.

Наименование параметра, размерность	Задано	Эксперимент
Диапазон рабочих частот на уровне минус 3дБ от максимума, МГц	10 - 145	10 - 145
Максимальный коэффициент усиления слабых сигналов, дБ (в диапазоне рабочих частот)	23	23
Верхняя граница линейности амплитудной характеристики по входу при компрессии 1дБ, мВ	≥ 5	7
Коэффициент передачи в диапазоне частот от 300 до 1300 МГц, не более	0 дБ	0 дБ
Питание, В	18	18
Входное и выходное сопротивление, Ом	50	50

Из этой таблицы видно, что все требования к усилителю выполняются.

2. При выполнении данной работы был полезен предыдущий опыт авторов [7-10].

1. Румянцев К.Е. Приём и обработка сигналов. – М.; «Академия». 2004. – 528с.
2. Ровдо А.А. Схемотехника усилительных каскадов на биполярных транзисторах – М.; Издат. дом «Додэка – XXI». 2002. – 256с.
3. Pieter L.D. Abrie. Design of RF and Microwave Amplifiers and Oscillators. Boston, London. Artech House Publishers. 2009. – 480 p.
4. Devendra K. Misra. Radio-Frequency and Microwave Communication Circuits: Analysis and Design. John Wiley & Sons, Inc. 2001. – 632 p.
5. Полупроводниковые приборы. Транзисторы малой мощности. Справочник. Под ред. А.В. Голомедова. – М.; Радио и связь, 1994.- 384 с.
6. Обзор – 103. Измеритель комплексных коэффициентов передачи. Руководство по эксплуатации РЭ 6687-028-21477812-2004. 95 с.
7. Зикий А.Н., Зламан П.Н., Мамченко С.О., Пустовалов А.И. Два малошумящих усилителя. Инженерный вестник Дона, 2018, №1 URL:ivdon.ru/gu/magazine/archive/n1y2018/4731
8. Зикий А.Н., Зламан П.Н., Зиновьев С.С., Сальный И.А. Усилитель дециметрового диапазона. Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL:ivdon.ru/gu/magazine/archive/n4y2017/4405
9. Зикий А.Н., Пустовалов А.И., Сальный И.А. Ограничительные свойства серийных малошумящих усилителей. Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL:ivdon.ru/gu/magazine/archive/n4y2016/3774
10. Зикий А.Н., Зламан П.Н., Власенко Д.В. Экспериментальное исследование усилителя мощности сантиметрового диапазона. Вопросы специальной радиоэлектроники, серия Общие вопросы радиоэлектроники. 2013, №1, с.136-139

Исаенко В.Д., Исаенко А.В., Исаенко П.В.

**Три уровня технического обслуживания системы защиты дизелей
от абразивного износа**

*Томский государственный архитектурно-строительный университет
(Россия, Томск)*

doi: 10.18411/lj-10-2018-189

idsp: 000001:lj-10-2018-189

Общеизвестно, что технический ресурс ДВС автотранспортных средств (АТС) существенно отличается от назначенного изготовителем в силу корректировки реальными условиями эксплуатации. Одним из основных факторов снижения ресурса является низкая работоспособность системы защиты двигателя от абразивного изнашивания (СЗДАИ) его сопряженных деталей.

Многолетний опыт эксплуатации АТС свидетельствует о сложившейся практике проведения технического обслуживания (ТО) СЗДАИ, включая контроль работоспособности систем очистки воздуха (СОВ) и масла (СОМ) по одному из трех уровней.

Первый уровень – рядовой с применением органолептических методов оценки пользователя. Например, контроль работоспособности СОВ дизелей КамАЗ ведется по сигнализатору запыленности картонного фильтроэлемента (КФЭ), по его визуальному осмотру на предмет механических повреждений (вмятин кожуха, погнутостей или отрыва крышек). Целостность фильтрующей шторы КФЭ проверяют в лучшем случае по лучу света от источника, помещенного в полость внутреннего кожуха. Для очистки КФЭ от осевшей пыли продувают воздухом, в худшем случае – обстукивают его о колесо автомобиля. При видимой пригодности используют КФЭ повторно. Контроль работоспособности СОМ проверяют по количеству отложений в роторе масляного центробежного очистителя (центрифуги), если он имеется, и легкости его вращения от руки. Центрифугу очищают, промывают и устанавливают на место. Бумажные фильтроэлементы тонкой очистки (ФТО) масла меняют на новые без каких-либо