



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*H03F 3/00 (2020.08); H03F 1/00 (2020.08); H02P 1/00 (2020.08)*

(21)(22) Заявка: 2020110312, 12.03.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.03.2020Дата регистрации:  
21.12.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.03.2020

(45) Опубликовано: 21.12.2020 Бюл. № 36

Адрес для переписки:

670043, Рес.Бурятия, г. Улан-Удэ, ул.Хоца  
Намсараева, 7, АО "Улан-Удэнское  
приборостроительное производственное  
объединение"

(72) Автор(ы):

Лучников Владимир Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество "Улан-Удэнское  
приборостроительное производственное  
объединение" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 170773 A1, 23.04.1965. SU 258389  
A1, 03.12.1969. RU 65694 U1, 10.08.2007. US  
5153492 A1, 06.10.1992.

(54) Усилитель следящей системы УСС-2-02

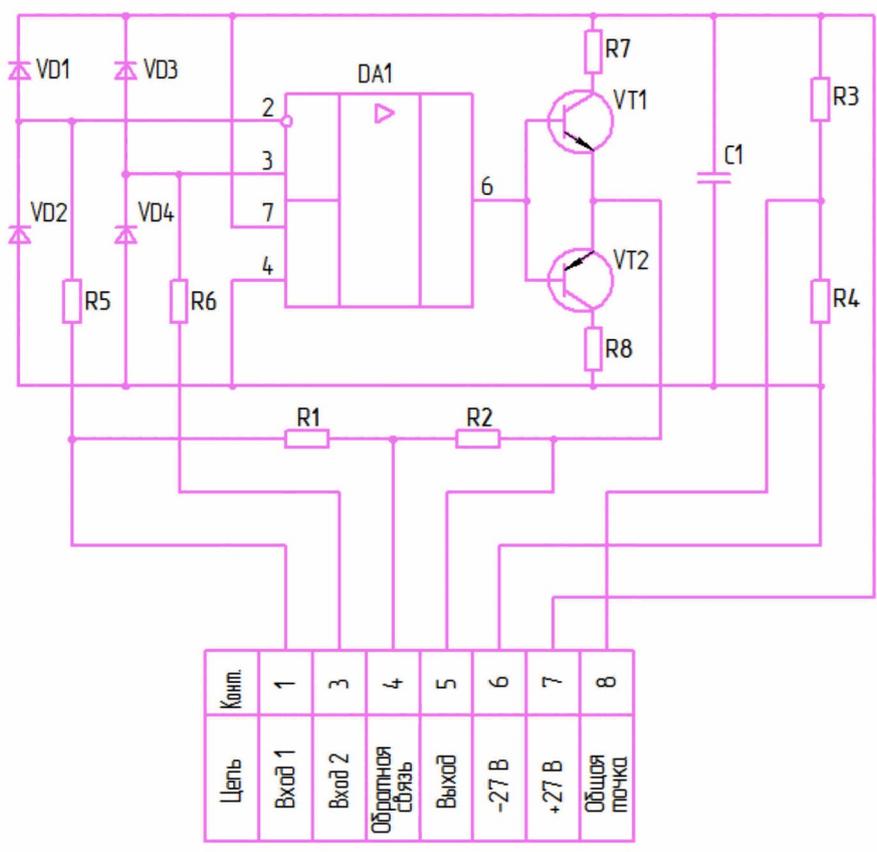
(57) Реферат:

Полезная модель Усилитель следящей системы относится к области электротехники. Техническим результатом полезной модели является снижение массы изделия за счет уменьшения количества радиоэлементов при сохранении тактико-технических характеристик и габаритно-присоединительных размеров. Для этого предлагается усилитель следящей системы, состоящий, в том числе, из предварительного каскада на операционном усилителе (ОУ) и выходного каскада, собранного на двух комплементарных транзисторах (VT1, VT2) по схеме двухтактного эмиттерного повторителя, при этом выход ОУ соединен с базами транзисторов VT1 и VT2, коллекторы

транзисторов VT1 и VT2 соответственно через резисторы R7 и R8 подключены к положительной шине питания, диоды VD1 и VD3 катодами подключены к положительной шине питания, анодами - к катодам диодов VD2 и VD4, которые анодами подключены к положительной шине питания, точка соединения диодов VD1 и VD2 подключена к первому входу ОУ и к резистору R5, ограничивающему первый входной сигнал по напряжению на уровне источника питания, точка соединения диодов VD3 и VD4 подсоединена ко второму входу ОУ и к резистору R6, ограничивающему второй входной сигнал по напряжению на уровне источника питания. 2 ил.

RU 201519 U1

RU 201519 U1



Фиг. 2

Полезная модель относится к области электротехники, а именно к усилительным устройствам и может быть использована для усиления сигналов переменного тока частоты 400 Гц до величины, необходимой для управления двухфазными двигателями переменного тока, применяемых в системах автоматического управления летательными аппаратами [1]. Прибор не предназначен для самостоятельного использования на объекте, а подлежит установке в составе паспортизованного изделия.

Известна конструкция усилителя следящей системы с симметричным входом и несимметричным выходом (УСС-2). Недостатком данного усилителя является конструктивная сложность, за счет применения морально устаревших радиоэлементов, низкая технологичность, а также неустойчивая работа при пониженном напряжении. Техническая задача полезной модели - обеспечение надежной работы усилителя, повышение эксплуатационных характеристик.

Для решения указанной задачи предлагается вариантное исполнение усилителя следящей системы, состоящего из предварительного каскада на операционном усилителе (ОУ) и выходного каскада, собранного на комплементарных транзисторах по схеме двухтактного эмиттерного повторителя, отличающийся тем, что в схеме применены диоды VD1 - VD4, резисторы R5, R6 предназначенные для ограничения входных сигналов по напряжению на уровне источника питания, а разделительный конденсатор C1 служит для обеспечения высокой стабильности рабочей точки выхода и устранения паразитной обратной связи через источник питания на высокой частоте; в схеме применяется параллельная отрицательная обратная связь по напряжению, осуществляемая двумя резисторами R1 и R2, предназначенными для стабилизации рабочей точки выхода и коэффициента усиления; резисторы R3, R4 создают общую точку вход, а резисторы R7, R8 служат для защиты коллекторных цепей выходных транзисторов от превышения электрических нагрузок в эксплуатации.

Усилитель следящей системы, состоящий из предварительного каскада на операционном усилителе (ОУ) и выходного каскада, собранного на двух комплементарных транзисторах (VT1, VT2) по схеме двухтактного эмиттерного повторителя, отличающийся тем, что выход ОУ соединен с базами транзисторов VT1 и VT2, коллекторы транзисторов VT1 и VT2 соответственно через резисторы R7 и R8 подключены к положительной шине питания, диоды VD1 и VD3 катодами подключены к положительной шине питания, анодами к катодам диодов VD2 и VD4, которые анодами подключены к положительной шине питания, точка соединения диодов VD1 и VD2 подключена к первому входу ОУ и к резистору R5, ограничивающему первый входной сигнал по напряжению на уровне источника питания, точка соединения диодов VD3 и VD4 подсоединена ко второму входу ОУ и к резистору R6, ограничивающему второй входной сигнал по напряжению на уровне источника питания, третий и четвертый входы ОУ подключены к положительной шине питания, конденсатор C1 подключен между выводами положительной шины питания, при этом, к точке соединения эмиттеров транзисторов VT1 и VT2 подключены выход усилителя и последовательно соединенные два резистора R1 и R2, образуя обратную связь по напряжению, выход которых подключен к первому входному сигналу и резистору R5, а резистор R3 первым выводом подключен к положительной шине питания, вторым выводом к первому выводу резистора R4, второй вывод которого подключен к отрицательной шине питания, точка соединения резисторов R3 и R4 подключена к общей точке входа.

Новым в устройстве усилителя следящей системы является то, что конструкция предусматривает упрощение схемы с применением современной электронной компонентной базы. Техническим результатом полезной модели является снижение

массы изделия за счет уменьшения количества радиоэлементов при сохранении тактико-технических характеристики и габаритно-присоединительных размеров. Конструктивно, усилитель следящей системы представляет собой функциональный блок с объемным монтажом и печатной платой. Выходные транзисторы приклеиваются к алюминиевому основанию компаундом, имеющим теплопроводный наполнитель.

Критерием применения усилителей с печатной платой или с теплоотводом является температура основания, которая при указанных в конструкторской документации условиях эксплуатации не должна превышать  $+105^{\circ}\text{C}$ .

Собранное изделие закрывается полиамидным кожухом. Усилитель, как комплектующее изделие конструктивно можно крепить и впаивать в печатную плату входящего объекта, при использовании его на нагрузку с максимальной выходной мощностью, не превышающей 1 ВА. При использовании нагрузки более 1 ВА, усилитель необходимо ставить на теплоотвод. Минимальный размер теплоотвода при испытаниях на температуре  $+85^{\circ}\text{C}$  не должен быть менее  $60\times 60\times 3$  мм. В объекте усилитель монтируется в любом положении и закрепляется с помощью двух винтов резьбой М 2,5.

Описание работы усилителя УСС-2 и предлагаемого усилителя следящей системы изложено ниже, схемы электрические принципиальные прилагаются.

На фиг. 1 изображена схема электрическая принципиальная усилителя УСС-2, состоящая из предварительного усилителя напряжения, собранного на операционном усилителе (ОУ) [3], транзисторов малой мощности - Т1, Т2, транзистора, работающего в классе АВ - Т3 и двухтактного выходного усилителя мощности, выполненного на транзисторах Т4 и Т5, Т6. Применение на входе операционного усилителя (ОУ) дает возможность производить суммирование сигналов на одном или одновременно на двух дифференциальных входах (инвертируемом и неинвертируемом). При больших уровнях входных сигналов  $I_{вх} = 1,5$  В необходимо применять ограничитель входа. В усилителе УСС-2 применяется ограничитель входа, выполненный на диодах Д8, Д9 (вывод 2).

Для питания операционного усилителя применяется стабилизированное и фильтрованное напряжение  $\pm 5,6$  В, которое снимается со стабилизаторов Д1 и Д2 с использованием ограничительных сопротивлений, состоящих из параллельно соединенных резисторов R3, R4 и R5, R6. Одним из основных параметров усилителя является коэффициент усиления. Для увеличения коэффициента усиления применяются составные транзисторы, состоящие из Т4 и Т6. Резистор R13, шунтирующий переход база-эмиттер транзистора Т3, предназначен для выбора начального тока коллектора транзистора Т1, равного  $\approx 1$  мА. Резистор R7 предназначен для ограничения тока коллектора Т1, величина которого, достаточная для насыщения транзистора Т3, не должна превышать величины предельно-допустимого тока коллектора Т1.

Для исключения возможности появления импульсов сквозного тока в цепь эмиттеров выходных транзисторов включены резисторы R19 и R20. При работе выходных транзисторов на индуктивную нагрузку (обмотка управления двигателя) появляется отрицательный импульс напряжения, который в момент открывания выходного транзистора создает на переходе база-эмиттер напряжения, превышающие допустимые. Для ограничения обратного напряжения в цепь коллектор-эмиттер каждого выходного транзистора ставятся диоды Д6 и Д7. Для фильтрации переменной составляющей с "общей точки входа" относительно источника питания включены конденсаторы С4 и С5. В усилителе УСС-2 применяется параллельная отрицательная обратная связь по напряжению, осуществляемая двумя резисторами R17 и R18, предназначенная для стабилизации рабочей точки выхода (стабилизация выходного постоянного напряжения)

и коэффициента усиления.

Для устойчивой работы усилителя при охвате обратной связью применяется частотная коррекция, которая в области низких частот осуществляется элементами С3, R11 и дополнительными элементами коррекции С2, R12. В области высших частот коррекция частотной характеристики осуществляется элементами С1 и R1, а также последовательно соединенной цепочкой  $R = 51 \text{ Ом}$  и  $C = 0,1 \text{ мкФ}$ , которая подключена к нагрузке (обмотка управления двигателя).

На фиг. 2 изображена схема электрическая принципиальная усилителя предлагаемого усилителя следящей системы, с симметричным входом и несимметричным выходом, состоящая из предварительного каскада на микросхеме DA1 [4] – DA1 и выходного каскада, собранного на комплементарных транзисторах типа 2Т831В – VT1 и 2Т830В - VT2 по схеме двухтактного эмиттерного повторителя.

В отличие от схемы усилителя (УСС-2) применение такой схемы позволяет снизить выходное сопротивление усилителя. В обычных усилителях при таком включении транзисторов оконечного каскада форма выходного напряжения искажается – на осциллограмме наблюдается ступенька, характерная для работы транзисторов без начального смещения. Большой запас усиления ОУ и глубокая отрицательная обратная связь с выхода усилителя на его вход приводит к линеаризации работы устройства. ОУ непосредственно сравнивает входной и выходной сигналы и автоматически смещает рабочую точку усиливающего в каждый момент транзистора, благодаря чему выходной сигнал получается неискаженным. Диоды VD1 - VD4, резисторы R5, R6 предназначены для ограничения входных сигналов по напряжению на уровне источника питания. В предлагаемом усилителе следящей системы вывод 2 «ограничитель входа» отсутствует. Разделительный конденсатор С1 служит для обеспечения

высокой стабильности рабочей точки выхода и устранения паразитной обратной связи через источник питания на высокой частоте. В предлагаемом усилителе следящей системы применяется параллельная отрицательная обратная связь по напряжению, осуществляемая двумя резисторами R1 и R2, предназначенными для стабилизации рабочей точки выхода и коэффициента усиления. Резисторы R3, R4 создают общую точку входа. Резисторы R7, R8 служат для защиты коллекторных цепей выходных транзисторов от превышения электрических нагрузок в эксплуатации. Устойчивая работа усилителя следящей системы на обмотку управления двигателя сохраняется при коэффициенте усиления в диапазоне от 200 до 2000. При работе усилителя от бортовой сети  $27 \text{ В} \pm 10 \%$  необходимо применять схему, когда вход и выход не имеют общей точки как между собой, так и с источником питания.

Источники информации

1. Д.А. Браславский, С.С. Логунов. Авиационные приборы. Машиностроение. М. 1964.
2. Усилитель следящей системы УСС-2, УСС-2-02. Технические условия 6С2.548.008 ТУ.
3. Операционный усилитель. Радио. №10. 1974.
4. Микросхемы интегральные 140УД6А. Технические условия АЕЯР.431130.171-04ТУ.

(57) Формула полезной модели

Усилитель следящей системы, состоящий из предварительного каскада на операционном усилителе (ОУ) и выходного каскада, собранного на двух комплементарных транзисторах (VT1, VT2) по схеме двухтактного эмиттерного

повторителя, отличающийся тем, что выход ОУ соединен с базами транзисторов VT1 и VT2, коллекторы транзисторов VT1 и VT2 соответственно через резисторы R7 и R8 подключены к положительной шине питания, диоды VD1 и VD3 катодами подключены к положительной шине питания, анодами - к катодам диодов VD2 и VD4, которые  
5 анодами подключены к положительной шине питания, точка соединения диодов VD1 и VD2 подключена к первому входу ОУ и к резистору R5, ограничивающему первый входной сигнал по напряжению на уровне источника питания, точка соединения диодов VD3 и VD4 подсоединена ко второму входу ОУ и к резистору R6, ограничивающему  
10 второй входной сигнал по напряжению на уровне источника питания, третий и четвертый входы ОУ подключены к положительной шине питания, конденсатор С1 подключен между выводами положительной шины питания, при этом к точке соединения эмиттеров транзисторов VT1 и VT2 подключены выход усилителя и последовательно соединенные  
два резистора R1 и R2, образуя обратную связь по напряжению, выход которых  
15 подключен к первому входному сигналу и резистору R5, а резистор R3 первым выводом подключен к положительной шине питания, вторым выводом - к первому выводу резистора R4, второй вывод которого подключен к отрицательной шине питания, точка  
соединения резисторов R3 и R4 подключена к общей точке входа.

20

25

30

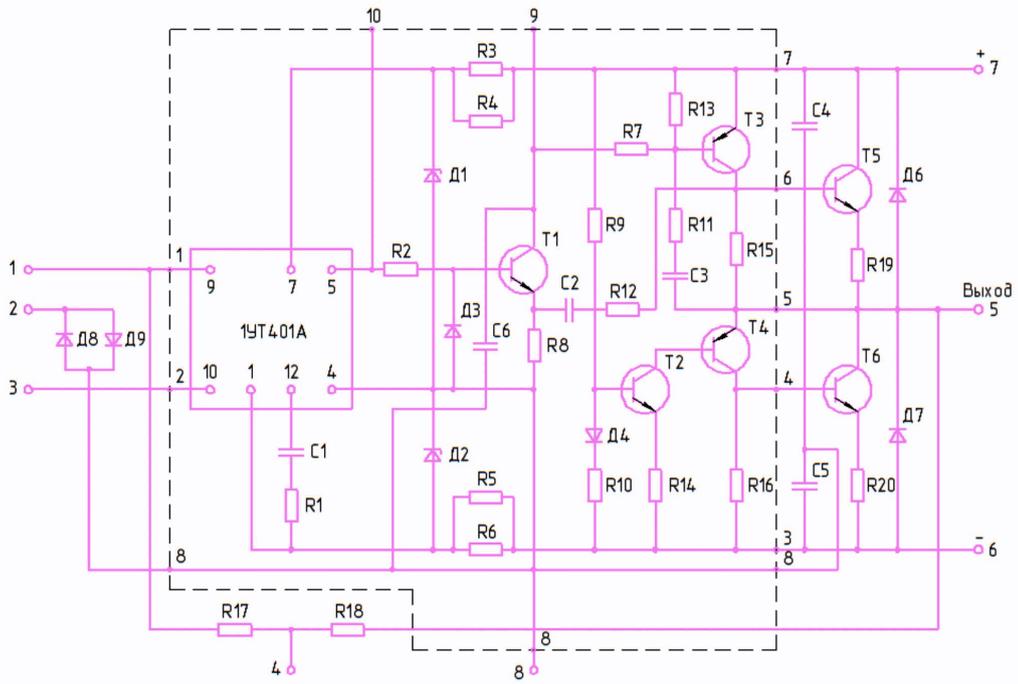
35

40

45

1

Фиг.1



2

Фиг. 2

