Введение

Целью настоящего курсового проекта является разработка электронного функционального устройства реализующего заданную передаточную функцию.

Разработка устройства включает в себя проектирование принципиальной электрической схемы, разводку печатной платы, расчёт области нормальной работы и расчёт показателей надёжности.

Дополнительно к разработанному устройству составляется инструкция по эксплуатации.

Данные на курсовое проектирование

При курсовом проектировании следует разработать электронное функциональное устройство реализующее переставленный на рисунке 1.1 закон передачи.

Рисунок 1.1 – Структурная схема устройства

Требования к разработке:

1. Разрабатываемое функциональное электронное устройство должно реализовывать заданные передаточные функции с максимально возможной точностью в широком частотном диапазоне (150…510Гц).

2. Устройство должно быть реализовано на элементах отечественного производства, общепромышленного назначения. Входные и выходные сигналы должны соответствовать требованиям ГСП

3. Устройство должно быть выполнено на печатной плате с краевым разъемом. Блок питания находиться вне устройства и не разрабатывается.

4. Каждому элемент у структурной схемы соответствует 1 операционный усилитель. Устройство должно иметь 2 параметра настройки и 2 органа настройки. Органы настройки выполняются на резисторах. Все функциональные конденсаторы принять равными 1 мкФ.

5. Устройство должно иметь выходной каскад - ограничитель выходного напряжения. Уровень напряжения может настраиваться.

6. Рассчитать область нормальной работы устройства.

7. Графическая часть должна содержать:

1. Принципиальную схему устройства

2. Печатная плата.

3. Сборочный чертеж.

Разработка принципиальной схемы

Указанный в задании закон может быть реализован на операционном усилителе по схеме представленной на рисунке 2.1.

Рисунок 2.1 – Принципиальная схема звена, реализованного на операционных усилителях

Идеальная передаточная функция такого звена имеет вид

, (2.1)

где

; ;

Таким образом, при фиксированном значении номинала конденсатора C1 (1 мкФ) функциональное устройство имеет два параметра настройки: коэффициент усиления (R1) и постоянная времени (R3).

Статический и динамический расчет

Формирующее устройство на операционном усилителе показано на рисунке 3.1.

Рисунок 3.1 – Формирующее устройство на операционном усилителе

Идеальная передаточная функция формирующего устройства на операционном усилителе при условиях

;

;

имеет вид

.

Реальная передаточная функция формирующего устройства на операционном усилителе

.

Реальная передаточная функция найдена путем решения системы уравнений, составленных по закону Кирхгофа

 (3.1)

Исключая ненужные переменные токи

;

 (3.2)

Если устремить и к бесконечности, то мы придем к выводу, что переходная функция совпадает с переходной функцией для идеального варианта.

Следовательно, необходимо выбрать операционный усилитель с как можно большим коэффициентом усиления и входным сопротивлением.

Реальное комплексное сопротивление утечки конденсатора имеет вид

.

где .

Для структурной схемы, приведенной на рисунке 1.1, идеальная передаточная функция имеет вид

.

Реальная передаточная функция реального дифференцирующего звена

; (3.3)

; (3.4)

; (3.5)

Подставив (3.4), (3.5) в (3.2) имеем передаточную функцию реального звена

 . (3.6)

Выбор электронных элементов схемы и конструирование печатной платы

Выбор элементов

Операционный усилитель

В качестве операционного усилителя выбрана микросхема КР1446УД14 обладающая следующими параметрами:

Входное сопротивление () – 1000 мОм.

Напряжение питания – 15 В 10%

Напряжение смещения – 10 мВ.

Тип корпуса – DIP 201.14-2 (19×6,6 мм).

Рисунок 4.1 – корпус КР1446УД14

Рисунок 4.2 – распределение выводов

Конденсаторы

В качестве конденсатора C1 выбран металлобумажный конденсатор типа C-K-50-80 обладающий большим сопротивлением утечки ()1 000 000 Ом;

Резисторы

В качестве переменных резисторов применены резисторы типа СП3-18a.

В качестве постоянного резистора выбран малогабаритный резистор с мощностью рассеивания 0,25 Вт (P1-28).

Описание принципиальной электрической схемы

Принципиальная электрическая схема разработанного электронного функционального устройства приведена на листе КАПП.220201.108.Э3 курсового проекта.

Операционный усилитель DA1,DA2,DA3 совместно с элементами C1,R1,R2,R3,R4,R5 образует смешанное звено с заданным видом передаточной функции. При этом подстроечные резисторы R1 и R3 позволяют настраивать, соответственно, постоянную времени и коэффициент усиления звена.

Подключение разработанного функционального устройства выполняется через концевой разъём XC1.

Печатная плата

Чертёж печатной платы устройства и сборочный чертёж приведены на листах КАПП.220201.108 и КАПП.220201.108.СБ данного курсового проекта.

Расчёт надёжности проектируемого устройства

Расчёт надёжности проектируемого устройства сводится к определению вероятности безотказной, среднего времени безотказной работы и интенсивности отказа. Вероятность безотказной работы устройства за 1000 часов определена при условии, что закон распределения экспоненциальный, а интенсивность отказов элементов, входящих в устройство, соответствует значениям приведённым в таблице 5.1.

Среднее время безотказной работы устройства

часов

На рисунке 5.1 показана плотность вероятности безотказной работы комплекта.

Рисунок 5.1 – График зависимости вероятности безотказной работы от времени

Расчет области нормальной работы устройства

Расчет АЧХ и ФЧХ реальной и идеальной систем с параметрами R1 и R3

Расчет будем вести используя параметры:

R3=10000 Ом

R1=50000 Ом

С= 0,000001 Ф

Rвх= 1000000 Ом

Коу= 30000

Рисунок 6.1 – График амплитудно-частотной характеристики идеального и реального устройства.

Рисунок 6.1 – График фазово-частотной характеристики идеального и реального устройства.

-область нормальной работы найденная по АЧХ

-область нормальной работы найденная по ФЧХ

Область нормальной работы устройства начинается с

Инструкция по эксплуатации

Общие сведения

Разработанное функциональное электронное устройство представляет собой реальное дифференциальное звено.

Прибор предназначен для использования лабораторных и производственных условиях.

Хранение устройства

Длительное хранение устройства должно осуществляться в отапливаемых, хорошо вентилируемых помещениях при температуре от плюс 10 °С до плюс 55 °С, и относительной влажности не более 80%. В воздухе помещений не должно быть пыли, а также газов и паров, вызывающих коррозию.

Условия эксплуатации

Устройство рассчитано на работу при температуре от минус 10 °С до плюс 50 °С и относительной влажности до 80%.

Монтаж устройства

Установка собранного и предварительно отлаженного устройства производится при отключённом напряжении питания. Устройство крепится в требуемом месте на 4-х винтах.

Настройка устройства

Переменным резистором R1 установить требуемый коэффициент усиления устройства, а переменным резистором R3 – постоянную времени дифференцирования.

Заключение

Полученное устройство можно применять в качестве регулятора с настраиваемыми параметрами Т и К.

В данной работе были изучены возможные схемы использования операционных усилителей, а также получение с помощью них стандартных звеньев.