КУРСОВАЯ РАБОТА

с дисциплины: “Элементы и системы автоматического контроля и управления"

на тему: “Синтез и построение системы управления нестационарными динамическими объектами"

Содержание

Введение

1. Синтез системы управления квазистационарным объектом

1.1 Математическая модель нестационарного динамического объекта

1.2 Представление схемы переменных состояний в форме Коши

1.3 Нахождение передаточных функций звеньев системы управления

1.4 Построение логарифмических амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик

2. Синтез скорректированной квазистационарной системы

2.1 Построение желаемых логарифмических амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик

2.2 Построение логарифмической амплитудно-частотной характеристики корректирующего звена системы

3. Разработка структурной и принципиальной схем управления нестационарным динамическим объектом

3.1 Разработка структурной схемы устройства

3.2 Разработка и расчет принципиальной схемы

Заключение

Список литературы

## Введение

Информация об объекте управления может быть получена путем измерения соответствующих параметров. Однако не все параметры могут быть непосредственно измерены из-за отсутствия необходимых средств измерения или недопустимости этих параметров для контроля.

Это приводит к снижению качества управления, и особенно проявляется при управлении объектами, параметры которых являются функциями времени. Такие объекты принято называть нестационарными динамическими объектами.

Однако проблема построения информационно-управляющих систем нестационарных динамических объектов (НДО), а также проблема комплексной оценки анализа параметрического и фазового состояния объектов с неизвестными и переменными во времени динамическими характеристиками, и неполным вектором измерения фазовых координат, не нашли должного освещения в современной литературе. В тоже время целесообразность решения этих задач становиться очевидной.

Особое внимание в данной работе отводится анализу обоснования выбранных методов и критериев, принципа функционирования, оценки результатов и рекомендаций о возможных путях повышения систем автоматического управления.

По заданному нестационарному дифференциальному уравнению, которым описывается поведение объекта управления, находится параметрическая функция. Выбирается метод решения синтеза системы с учетом ограничений.

Методом квазистационарности находим передаточную функцию объекта и по заданным показателям качества переходного процесса строим желаемую ЛАЧХ скорректированной системы, а затем находим передаточную функцию, схему и параметры корректирующего устройства.

## 1. Синтез системы управления квазистационарным объектом

## 1.1 Математическая модель нестационарного динамического объекта

Для представления динамического процесса заданного системой дифференциальных уравнений в переменных состояния решим её относительно старшей производной:

, (1.1)



. (1.2)



Полученная система дифференциальных уравнений (1.2) представляет собой структуру динамического процесса в переменных состояния

Анализ системы (1.2) показывает, что объект управления содержит: два сумматора складывающих все компоненты входящие в динамический процесс. На вход сумматоров подаётся составляющая входного возмущения, реакция объекта и составляющая производная от реакции объекта.

Схема динамического процесса в переменных состояния будет иметь вид.

Рисунок 1 - Схема динамического процесса в переменных состояния

Y1(t)

Y′1(t)

d/dt

b1/a2

∫

∫

b2/a2

-a1/a2

-a4/a3

∫

∫

b3/a3

U1(t)

U′1(t)

Y″1(t)

Y′1(t)

Y′2(t)

Y2(t)

Y″2(t)

Y′2(t)

## 1.2 Представление схемы переменных состояний в форме Коши

Представим систему дифференциальных уравнений в векторно-матричной форме.

Z′ (t) = A\*Z (t) +B\*U (t), (1.3)

где матрица А - динамическая матрица объекта управления, которая характеризует динамику объекта;

Z (t) - вектор фазового состояния;

В - матрица управляющих (возмущающих) объекта, которая характеризует степень возмущения (управления);

U (t) - вектор возмущения.

Для нахождения динамической матрицы, вектора состояния, матрицы управляющих объекта, вектора возмущений введем некоторую переменную Z (t), и воспользуемся преобразованием Коши для системы дифференциальных уравнений (1.1):

, (1.4)



тогда система (1.2) примет вид:

. (1.5)



Перейдем от системы уравнений (1.5) к векторно-матричной форме:

. (1.6)



Таким образом, выражение (1.3) описывает поведение объекта управления в переменных в параметрическом и фазовом пространствах.

## 1.3 Нахождение передаточных функций звеньев системы управления

Для того чтобы найти передаточные функции системы запишем исходную систему в операторной форме

(1.7)



и разрешим её относительно реакций динамического процесса у1 и у2

, (1.8)



откуда находим для первого уравнения

, (1.9)



или ,



где ; ; ;



для второго уравнения

(1.20)



или ,



где ; .



Подставляя значения коэффициентов находим параметры звеньев системы

k1 = 0,5; k2 = 0,42;

T1 = 44 с; Т2 = 0,1 с;

Т3 = 0,025 с.

Полученная система описывает структуру исходного динамического процесса в передаточных функциях. Структура процесса имеет следующий вид



U1(p)

y1(p)

y2(p)

Рисунок 2 - Структура исходного динамического процесса

Исходя из того, что показатель астатизма pn выбираем пропорциональный регулятор.

Коэффициент передачи всей системы равен

kv = 1/c = 1/0,008 = 125;

kv = k1∙k2∙kp; (1.21)

kp = kv/ (k1∙k2) = 595,28.

Находим частоты сопряжения исходной разомкнутой системы

ωi = 1/Тi, где i = 1, 2, …,

тогда ω1 = 0,0227 с-1;

ω2 = 10 с-1;

ω3 = 40 с-1.

Передаточная функция всей системы будет иметь вид

Wпс (p) = W1 (p) ∙W2 (p) ∙Wр (p) (1.22)

## 1.4 Построение логарифмических амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик

Построение ЛAЧХ и ЛФЧХ данной системы (см. приложение 1):

на оси ординат откладываем коэффициент передачи в децибелах

K (дб) = 20 lg kv = 20 lg 125 = 41,93 дб;

по оси абсцисс откладываем частоты;

поскольку знаменатель передаточной функции состоит из двух множителей с коэффициентом астатизма 1, то прямая проходящая через точку 41,93 на оси ординат, будет иметь наклон - 20 дб/дек до первой частоты сопряжения ω1. Следующая прямая имеет наклон +20 дб/дек по отношению к предыдущей (форсирующее звено). Третья прямая будет иметь наклон -20 дб/дек по отношению к предыдущей (апериодическое звено). Четвертая прямая будет иметь наклон -20 дб/дек по отношению к предыдущей (апериодическое звено) с продлением в область высоких частот.

ЛАЧХ и ЛФЧХ данной системы будут иметь следующий вид

L (ω) = 20 lg kv + 20 lg ω2 - 20 lg ω1 - 20 lg ω3;

φ (ω1) = - π +arctg ω1 - arctg ω2 -arctg ω3.

В результате построения частотных характеристик и сложения фазочастотных характеристик видим, что данная разомкнутая нескорректированая система не имеет запаса ни по амплитуде, ни по фазе, следовательно, необходимо строить корректирующее звено.

## 2. Синтез скорректированной квазистационарной системы

## 2.1 Построение желаемых логарифмических амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик

При построении желаемой ЛАЧХ целесообразно выделить три области частот: область низких, область средних и область высоких частот.

В интервале низких частот вид ЛАЧХ указывает на порядок астатизма и статическую точность системы. При частотах, меньших первой сопрягающей частоты ЛАЧХ имеет наклон 20υ дб/дек, где υ - порядок астатизма системы.

Интервал средних частот лежит между первой и второй сопрягающими частотами, т.е.

ω1к ≤ ωср ≤ ω2к,

ω2к = (3 - 4) ∙ωср,

, (1.23)



,



где tр - время регулирования квазистационарной системы;

β - коэффициент, зависящий от величины перерегулирования σ%, определяемый по графику зависимости (рис.3).

Рисунок 3 - График зависимости коэффициента β (σ %)

0

10

20

30

40

45

1

2

3

4

β

σ %

Выбираем коэффициент β = 3.2, тогда

с-1;



ω2к = 3,5 ωср = 3,5 13,39 = 46,89 ≈ 47 с-1;

ω1к = 4,17 ≈ 4 с-1.

Таким образом, определив все частоты, строим желаемую ЛАЧХ из таких соображений:

В области низких частот наклон ЛАЧХ -40дб/дек, в области средних частот наклон ЛАЧХ имеет -20 дб/дек, в области высоких частот наклон ЛАЧХ совпадает с наклоном ЛАЧХ нескрорректированной системы, поскольку на переходной процесс она большого влияния не оказывает.

По виду желаемой ЛАЧХ строим фазочастотные характеристики.

## 2.2 Построение логарифмической амплитудно-частотной характеристики корректирующего звена системы

Учитывая то, что передаточная функция разомкнутой скорректированной системы определяется выражением.

Wск = Wнс (p) Wкз (p), (1.24)

получаем, что

Wкз (jω) = Wск (jω) /Wнс (jω). (1.25)

Прологарифмируем (1.25) и получим

lg Wкз (jω) = lg Wск (jω) - lg Wнс (jω). (1.26)

Из выражения следует, что ЛАЧХ корректирующего устройства квазистационарной системы равна разности ЛАЧХ скорректированной и нескоректированной системы равна разности ЛАЧХ скорректированной и нескорректированной ЛАЧХ соответственно. Таким образом, вычитая ординаты ЛАЧХ нескорректированной системы и ординат желаемой ЛАЧХ на частотах сопряжения, получим ординаты ЛАЧХ корректирующего устройства.

Передаточная функция корректирующего звена будет иметь вид

. (1.27)



## 3. Разработка структурной и принципиальной схем управления нестационарным динамическим объектом

## 3.1 Разработка структурной схемы устройства

Анализируя графики логарифмических амплитудно-частотных характеристик нескорректированной разомкнутой системы и корректирующего звена мы можем выделить основные блоки из которых состоит полученная система управления нестационарным динамическим объектом: нескорректированная система содержит форсирующее звено и два апериодических звена, а корректирующие звенья включаются в отрицательную обратную связь и делают нескорректированную разомкнутую систему замкнутой скорректированной системой управления нестационарного динамического объекта.

Структурная схема скорректированной замкнутой системы управления нестационарным динамическим объектом приведена на рис.4.

W1(p)

Wк.з(p)

W2(p)

k

U(p)

Рисунок 4 - Структурная схема замкнутой системы

y(p)

## 3.2 Разработка и расчет принципиальной схемы

В качестве элементной базы для реализации структурной схемы замкнутой скорректированной системы управления выбираем операционный усилитель типа К140УД7, с параметрами

Uпит = ±15, Iвх = 200 нА, Кос = 60 дБ, f = 0,8МГц, Uвых. max = 10.5 В,

Rвх = 0.4Мом, Ku = 5·104.

Основные звенья, которые используются в разработанной системе это: сумматор, усилительное звено, апериодическое звено и форсирующее звено.

Сумматор.

Внешний вид сумматора представлен на рисунке рис.4.

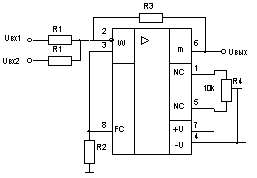


Рисунок 4 - Сумматор на основе операционного усилителя

Резисторы R1= R2 =R3 = R4 = 20 кОм.

Усилительное звено.

Данное звено усиливает входной сигнал до уровня, необходимого для срабатывания логический элементов.

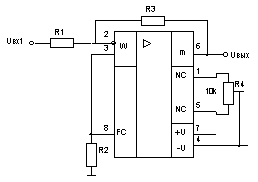


Рисунок 5 - Усилительное звено на основе операционного усилителя

Принимаем R1 = 20 кОм, тогда R2 будет равным

R3 = k\*R1.

R2 = (R1\*R3) / (R1+R3). (1.28)

Тогда для кр = 595,28, R3 = 20000\* 595,28 = 12 МОм, R2 = 20 кОм;

Апериодическое звено.

Апериодическое звено первого порядка используемое в разрабатываемом устройстве приведено на Рис.6.

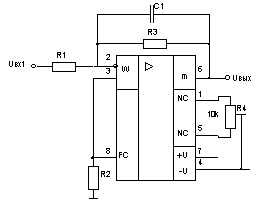


Рисунок 6 - Апериодическое звено на основе операционного усилителя

Постоянная времени апериодического звена равна

T= R\*C, (1.29)

откуда прияв R1=R3= 20 кОм найдем

R2 = R1/2 =10 кОм, (1.30)

Сi = Ti/R1.

Для T2 = 0.1 c, С = 5 мкФ; Т1 = 44 с, С = 2.2 мФ;

Т3 = 0.025 с, С = 1,25 мкФ; Т2к = 0.021 с, С = 1.05 мкФ.

Форсирующее звено.

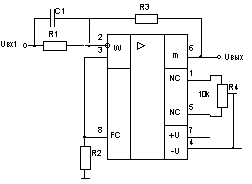


Рисунок 7 - Форсирующее звено на основе операционного усилителя

Задаемся R1 = R3 = 20 кОм, тогда

R2 = R1/2 = 10 кОм,

Сi = Ti/R1. (1.31)

Для Т1 = 44с, С = 2.2 мФ; Т2 = 0.1с, С = 5 мкФ;

Т1к = 0.25с, С = 12.5 мкФ; Т3 = 0.025с, С = 1.25 мкФ.

Принципиальная схема разработанного устройства приведена чертеже Э3.

## Заключение

При построении системы автоматического управления использовалось несколько методов исследования объекта управления.

Метод пространства состояний позволил представить нестационарный объект управления схемой в пространстве состояний, определить вектор состояния, вектор изменения, динамическую матрицу параметров и провести исследование объекта при различных возмущающих и управляющих воздействиях, а также определить область управляемости при фиксированных возмущающих воздействиях.

Метод квазистационарности был применен для нахождения передаточной функции квазистационарного объекта и построения желаемой логарифмической амплитудно-частотной характеристики скорректированной системы по показателям качества переходного процесса, а также нахождения передаточной функции, схемы и параметров корректирующего звена.

В результате нами была разработана система автоматического управления нестационарным динамическим объектом, которая имеет достаточный запас как по фазе, так и по амплитуде.

## Список литературы

1. Барковский В.В. и др. Методы синтеза систем управления. - М.: Машиностроение, 1969.
2. Володченко Г.С. Синтез адаптивной системы оптимального управления нестационарным объектом одного класса. - Республиканский науч.-тех. Сб. АСУ и приб. Автоматики. Вып.50 - Высшая школа, 1978.
3. Воронов А.А. и др. Теория автоматического управления. - М.: Высш. шк., 1977.
4. Солодов А.В., Петров Ф.С. Линейные автоматические системы с переменными параметрами. - М.: Наука, 1971.