КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ ***Теория автоматического управления***

НА ТЕМУ: ***Исследование системы автоматического управления***

**План**

Введение

Основная часть

1. Принцип действия САУ и описание основных свойств элементов, образующих САУ
2. Составление структурной схемы САУ
3. Исследование устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам
4. Выбор последовательного корректирующего устройства
5. Расчет и построение переходной характеристики скорректированной САУ
6. Определение показателей качества замкнутой скорректированной САУ

Перечень литературы.

**Задание на курсовую работу**

Исследовать следящую САУ с сельсинным измерительным устройством, в состав которой входят сельсинное измерительное устройство СД и СТ (трансформаторный режим включения), фазовый детектор ФД, электронный усилитель, тиристорный преобразователь, двигатель постоянного тока с независимым возбуждением ДПТ, редуктор РЕД и рабочая машина.

Исходные данные:





























**Введение**

В число научных дисциплин, образующих науку об управлении, входит теория автоматического управления и регулирования. Вначале она создавалась для изучения статики и динамики процессов автоматического управления техническими объектами – производственными, энергетическими, транспортными и т.п. Основное ее значение сохранилось и в наше время, хотя в последние годы ее выводами и результатами начинают пользоваться и для изучения динамических свойств системы управления не только технического характера, но и экономического, организационного, биологического и т.д.

Для осуществления автоматического управления техническим процессом создается система, состоящая из управляемого объекта и связанного с ним управляющего устройства. Как и всякое техническое сооружение, система должна обладать конструктивной жесткостью и динамической прочностью. Эти чисто механические термины в данном случае несколько условны. Они означают, что система должна выполнять заданные ей функции с требуемой точностью, несмотря на инерционные свойства и на неизбежные помехи.

С необходимостью построения регуляторов первыми, по-видимому, столкнулись создатели высокоточных механизмов, в первую очередь часов. Даже очень небольшие, но действующие непрерывно помехи, накапливаясь, приводили в конечном итоге к отклонениям от нормального хода, недопустимым по условиям точности. Противодействовать им чисто конструктивными средствами, например, улучшая точность и чистоту обработки деталей, повышая их массу или увеличивая полезные усилия, не всегда удавалось, и для повышения точности в состав часов стали вводить регуляторы. На рубеже нашей эры арабы снабдили поплавковым регулятором уровня водяные часы. В 1675г. Х. Гюйгенс встроил в часы маятниковый регулятор хода.

Другой причиной, побуждавшей строить регуляторы, была необходимость управлять процессами, подверженными столь сильным помехам, что при этом утрачивалась не только точность, но зачастую и работоспособность системы вообще. Предшественниками регуляторов для подобных условий можно считать применявшиеся еще в средние века центробежные маятниковые уравнители скорости хода водяных мукомольных мельниц.

Бурное развитие техники и теории автоматического управления началось лишь в XVIII и XIX столетиях, в эпоху промышленного переворота в Европе.

Первыми промышленными регуляторами этого периода являются автоматический поплавковый регулятор питания котла паровой машины, построенный в 1765г.И.И. Ползуновым в Барнауле; центробежный регулятор скорости паровой машины, на которой в 1784г. получил патент английский механик Дж. Уатт; первое программное устройство управления ткацким станком от перфокарты (для воспроизведения узора на коврах), построенное в 1808г. Ж. Жаккаром.

Однако до 60-х годов XIX века теоретические исследования в области автоматического управления и регулирования отличались тем, что мы называем сегодня “отсутствие системного подхода”.

Коренное изменение в подходе к проблеме и в методологии исследований внесли три фундаментальных работы, содержащие, по существу, изложение начал новой науки: работы Дж. Максвела “О регуляторах” (1866) и И.А. Вышнеградского ”Об общей теории регуляторов” (1876) и “О регуляторах прямого действия” (1877).

Значение теории автоматического управления в настоящее время переросло рамки только технических систем. Принципы ТАУ, как отмечалось выше, могут применяться для анализа процессов в живых организмах, экономике и в обществе.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

**1. Принцип действия САУ и описание основных свойств элементов, образующих САУ**

В курсовой работе исследуются замкнутые электромеханические системы автоматического управления**,** работа которых основана на использовании принципа регулирования по отклонению.

Следящие приводы предназначаются для привода регулирующих органов различных объектов или для непосредственного привода объектов небольшой мощности. Эти приводы находят широкое применение при решении различных задач, связанных с управлением и регулированием производственных процессов или движением объектов.

Принцип действия САУ основан на поддержании постоянства скорости на валу двигателя постоянного тока, эта задача достигается следующим образом: при увеличении угла  на выходе редуктора приведёт к изменению напряжения (формируется сигнал разбаланса) на зажимах СТ (сельсин трансформатор) , которое после этого поступает на СД (сельсин датчик), где сравнивает задание с сигналом разбаланса, что в свою очередь приведёт к увеличению или уменьшению напряжения на зажимах ФД (фазового детектора). После этого через электронный усилитель и тиристорный преобразователь сигнал (напряжение) воздействуя на ДПТ двигатель постоянного тока, что приведёт к увеличению или уменьшению скорости вращения вала и естественно изменению угла поворота на выходе редуктора.

Принципиальная схема исследуемой САУ изображена на рисунке 1.

РМ

ТП

ЭУ

ФД

ДПТ

РЕД

ИО

Uв

Uв

Uфд

Uэу

Uд







+

-



КО

СТ

СД

*Рис 1 Следящая система с сельсинным измерительным устройством.*

Данную систему целесообразно расчленить на следующие элементы: сельсинное измерительное устройство (сельсин-датчик СД и сельсин трансформатор СТ); фазовый детектор ФД; электронный усилитель ЭУ; тиристорный преобразователь ТП; исполнительный двигатель ДПТ; редуктор Ред; рабочий механизм РМ. Функциональная схема данной САУ представлена на рисунке 2.

Регулятор

СД, СТ

ФД

ЭУ

ДПТ

ТП

Ред

РМ

Обьект

*Рис 2 Функциональная схема следящей системы*

Для разомкнутой САУ входной величиной является угол рассогласования , а выходной величиной – угол поворота  вала рабочего механизма. Значит, уравнение разомкнутой САУ должно связывать эти две величины.

Коэффициент усиления разомкнутой САУ равен:

 (1)

Подставив значения получим: 

Передаточная функция разомкнутой САУ равна:



 (2)

Передаточная функция замкнутой САУ будет иметь вид:



987



х



 (3)

х

Обеспечение необходимой точности воспроизведения задающего (управляющего) сигнала в установившемся режиме – одно из основных требований, которым должна удовлетворять система автоматического регулирования. Для оценки точности системы определяют установившуюся ошибку.

Выразим установившуюся ошибку через коэффициенты ошибок:

 (4)

Определим ошибки при различных способах изменения входной величины:

При скачкообразном управляющем воздействии:



Находим оригинал функции через обратное преобразование Лапласа:



Подставив, значения в выражение (4) получим:



При линейном управляющем воздействии:





Подставив, значения в выражение (4) получим:



**2. Составление структурной схемы САУ**

Структурная схема САУ, представляет собой графическое изображение математической модели системы и отражает ёё динамические свойства.



























*Рис 3: Структурная схема следящей системы с сельсинным измерительным устройством*.





Характер переходного процесса в системе автоматического управления зависит от динамических свойств элементов, из которых она состоит. В зависимости от области применения САУ эти элементы могут быть разными по назначению, конструктивному исполнению, принципу работы и т.д. Они могут выполнятся в виде машин, аппаратов, приборов и устройств различного действия (механического, электрического, пневматического, гидравлического и т.д.).

Однако все эти элементы независимо от их назначения и конструктивного исполнения подразделяются на ограниченное число звеньев, обладающих одинаковыми динамическими свойствами и называемых *типовыми динамическими звеньями.*

Каждое динамическое звено представляет элемент направленного действия. Это значит, что преобразование одних физических величин в другие в нем происходит в одном определенном направлении (например, от входа к выходу элемента).

Преобразуемая физическая величина, поступающая на вход динамического звена, называется *входной (х),* а преобразованная величина, получаемая на выходе звена, - *выходной (y)*.

*Статической характеристикой звена* называется зависимость между его выходной и входной величинами в установившемся состоянии. Динамические звенья бывают линейные и нелинейные. Статические характеристики линейных звеньев могут быть представлены в виде линейной функции *y=f(x)* аналитически либо графически, а нелинейных звеньев - преимущественно графически.

Динамические свойства звена могут быть определены на основании дифференциального уравнения, описывающего поведение звена в переходном режиме. Решение дифференциального уравнения дает возможность получить *переходную* (или, иначе, временную) *характеристику динамического звена*, представляющую зависимость выходной величины от времени при определенном изменении во времени входного воздействия.

В данной схеме сельсинное устройство СД, СТ фазовый детектор ФД представлены пропорциональными звеньями; редуктор РЕД - интегрирующим звеном; электронный усилитель ЭУ и тиристорный преобразователь ТП – апериодическим звеном первого порядка; двигатель ДПТ – колебательным звеном.

**3 Исследование устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам**

Для исследования устойчивости САУ по логарифмическому критерию давайте построим логарифмические амплитудно-частотную (ЛАЧХ) и фазочастотную характеристику.

Для построения амплитудно–частотной характеристики заменим *S* на *jw.*

Для удобства построения воспользуемся специализированным пакетом MathСad:

Присвоим функцию переменной 



Теперь необходимо построить АЧХ нескорректированной системы.

Для этого присвоим следующее значение:



На графике данная функция имеет вид:



*Рис 4. АЧХ нескорректированной системы*

Теперь построим фазочастотную характеристику:

Для этого присвоим следующее значение:



На графике данная функция имеет вид:



*Рис 5. ФЧХ нескорректированной системы*

Теперь для исследования устойчивости САУ по логарифмическому критерию построим логарифмические амплитудно-частотную и фазочастотную характеристики разомкнутой САУ в одной системе координат и сделаем это следующим образом:

Присваиваем  и  следующие функции:

 



*Рис 6. ЛАЧХ и ЛФЧХ нескорректированной системы*

Метод основывается на возможности суждения об устойчивости замкнутой САУ по взаимному расположению ЛАЧХ и ЛФЧХ системы в разомкнутом состоянии. Согласно критерию Найквиста, в случае если система устойчива, точка (-1; j0) лежит слева от АФЧХ первого рода.

При значениях аргумента характеристического вектора W(jw) разомкнутой системы  и модуля  система будет находиться на границе устойчивости. При этом , т.е. ЛАЧХ пересекает ось абсцисс и точка пересечения называется частотой среза .

Если система устойчива, то при  величине  и следовательно , т.е. ордината ЛАЧХ будет иметь отрицательный знак.

При неустойчивой системе углу  соответствуют величины  и . В этом случае ордината ЛАЧХ будет иметь положительное значение.

Таким образом, при АФЧХ первого рода САУ будет устойчива в том случае, если ордината ЛАЧХ при фазовом угле  имеет отрицательный знак.

Условие устойчивости при АФХ второго рода применительно ЛЧХ можно сформулировать следующим образом. Для того чтобы САУ, устойчивая в разомкнутом состоянии, была устойчива в замкнутом состоянии, необходимо, чтобы разность между числом положительных и отрицательных переходов фазовой характеристики  через прямую () при тех же значениях *w,* при которых ЛАЧХ *L(w)* неотрицательна, равнялась нулю.

На основании выше изложенного, по *рис.6* видно, что система неустойчива.

**Построение желаемой логарифмической частотной характеристики**

 

Находим сопрягающие частоты:

 

 

Находим частоту среза:

 

Определяем период для каждого участка:

  

Зададим функцию для построения желаемой ЛАЧХ:



Изобразим данную функцию на графике:



*Рис 7. Желаемая ЛАЧХ*

**4 Выбор последовательного корректирующего устройства**

Для обеспечения устойчивости системы выберем корректирующее звено.

Подобрав корректирующее звено, которое при включении последовательно (это обуславливается заданием) с данной САУ превратило бы её в устойчивую САУ. Но для того, чтобы узнать какое звено включить в цепь, построим ЛАЧХ корректирующего устройства.

Запишем функции ЖЛАЧ и ЛАЧХ:





Теперь из ЖЛАЧХ геометрически вычитается ЛАЧХ некорректированной системы; полученная характеристика представляет собой ЛАЧХ корректирующего устройства;



Полученная ЛАЧХ имеет вид:



*Рис 8: ЛАЧХ корректирующего звена.*

На рисунке 9 изображены ЛАЧХ и ЛФЧХ нескорректированной системы, желаемая ЛАЧХ и ЛАЧХ корректирующего звена.

**5 Расчет и построение переходной характеристики скорректированной САУ**

Согласно *рис 9*. подбираем корректирующее устройство. Данной зависимости больше всего соответствует передаточная функция дифференциального звена с запаздыванием:

C

R

*Рис 10: Схема дифференцирующего электрического контура RC*

Выбранной схеме соответствует следующая передаточная функция:



 

Принимаем резистор типа *МЛТ 50кОМ *

Принимаем емкость типа *МПГ-П 0,04 мкФ *

 

Теперь запишем передаточную функцию:



Построим структурную схему скорректированной САУ:





*Рис 11 Структурная схема САУ при последовательной коррекции.*

X(S)

Y(S)

Передаточная функция разомкнутой скорректированной САУ:





Определяем передаточную функцию замкнутой скорректированной САУ.



Важной характеристикой систем автоматического управления являются переходные и импульсные функции и их графики *- временные характеристики.* Их используют при описании линейных систем, как стационарных, так и нестационарных.

*Переходной функцией* системы (звена) называют функцию, описывающую изменение выходной величины системы (звена) когда на ее вход подается единичное ступенчатое воздействие при нулевых начальных условиях. Переходную функцию обозначают h(t). Иначе: переходная функция h(t). есть функция, описывающая реакцию системы (звена) на единичное ступенчатое воздействие при нулевых начальных условиях.

График переходной функции – кривая зависимости функции h(t) от времени t - называют *переходной* или *разгонной характеристикой.*

*Переходная функция* может быть определена экспериментально или вычислена аналитически.

Если работа звена описывается дифференциальным уравнением, то для аналитического определения переходной функции необходимо найти решение дифференциального уравнения при нулевых начальных условиях.



Воспользовавшись преобразованием Лапласа, получим изображение переходной функции

,

т.к. 



Таким образом переходная функция представляет собой обратное преобразование Лапласа от передаточной функции звена, деленной на *s.*

Переходную характеристику скорректированной САУ, получаем через обратное преобразование Лапласа, и сделаем это следующим образом:



Данная функция имеет вид:



*Рис 12. Переходная функция скорректированной системы.*

**6 Определение показателей качества замкнутой скорректированной САУ**

Переходная характеристика рис 12. показывает, что наша система устойчива, что даёт повод для оценки показателей качества регулирования принято оценивать следующими основными показателями: величиной перерегулирования, быстродействием, или временем регулирования, и числом колебаний регулируемой величины за время переходного процесса.

*Перерегулированием* называется отношение разности между максимальным и установившимся отклонением регулируемой величины к ее установившемуся отклонению.

Перерегулирование определяется выражением:



где  - максимальное отклонение регулируемой величины;

 - установившееся отклонение регулируемой величины.

Допустимое перерегулирование определяется конкретными условиями работы и назначением САУ. Для систем, работающих при задающих воздействиях, обычно допускают =18-25%. Для САУ работающих при возмущающих воздействиях, значения  могут достигать гораздо больших значений.

*Быстродействие*, или *время регулирования*, *tp* представляет время, в течение которого отклонение регулируемой величины от *y* превышает некоторое допустимое значение:



где  - текущее отклонение регулируемой величины. В большинстве случаев принимают .

*Число колебаний* регулируемой величины *N* за время переходного процесса *tp* должно быть ограничено. Обычно его принимают не более трех.

Теперь по рис 12., определяем показатели качества скорректированной САУ:

Время регулирования – 0,18 секунды

Перерегулирование составляет – 16,7%

Число колебаний – 2

Полученные показатели показывают, что система устойчива.

Выводы: В курсовой работе была исследована следящая система с сельсинным измерительным устройством, разработаны функциональная и структурная схемы САУ, составлены передаточные функции элементов. В результате исследования устойчивости САУ оказалась неустойчивой, но после синтеза и применения последовательного корректирующего устройства система стала устойчивой, при этом качественные показатели переходного процесса соответствуют заданию.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронов А.А. Теория автоматического управления. Часть первая. – М.: "Высшая школа", 1986.
2. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования – Киев. "Вища школа", 1973.
3. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование – М.: "Машиностроение", 1973.
4. Методические указания к выполнению курсовой работы "Исследование систем автоматического управления" (1358).
5. Теория систем автоматического управления /В.А. Бессекерский, Е.П. Попов. – Изд . 4-е перераб. И доп.-СПб, Изд-во "Профессия", 2003.