Министерство образования и науки Украины

Севастопольский Национальный Технический Университет

Кафедра Технической кибернетики

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по курсу «Проектирование систем автоматического управления»

«Проектирование системы автоматического регулирования угла поворота вала электродвигателя»

Выполнила: ст. гр. А – 61з

Брусинов С. Э.

Проверил:

Дубовик С.А.

Оценка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Севастополь

2009

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

1 Настоящее техническое задание распространяется на разработку и испытание подсистемы автоматического регулирования угла поворота вала электродвигателя.

2 Основанием для разработки является рабочий план курса «Проектирование систем автоматического управления».

3 Технические требования

3.1 Состав системы и требования к конструктивному устройству

3.1.1 Основные части и их назначение:

Датчики (2 шт.) – преобразование угла поворота в электрическое напряжение;

Усилитель напряжения (1 шт.) – формирование ошибки регулирования;

Усилитель мощности (1 шт.) – усиление мощности сигнала, поступающего на двигатель;

Электродвигатель (1 шт.) – исполнительное устройство.

3.1.2 Габариты не должны превосходить размеров 300х200х400 (мм).

3.1.3 Масса не должна превосходить 20 (кг).

3.2 Требуемые показатели качества и точности

Ошибка воспроизведения полиномиального сигнала |ε∞(t)|  0.06;

Ошибка воспроизведения гармонического сигнала |εS|  0.06;

Ошибка от помехи |εN|  0.5;

Минимальная частота помехи  = 310 (рад/c);

Время регулирования *tР*  2 (с);

Перерегулирование системы *σ*  15%.

3.3 Номинальный режим работы

Момент инерции нагрузки  = 0.5 (кг⋅м2);

Максимальная скорость вращения (рад/с);

Максимальное значения ускорения движения нагрузки (рад/с2);

Максимальный статический момент сопротивления нагрузки  (Н⋅м); Требования к надежности

Средний срок безотказной работы 10000 часов.

Возможность устранения неполадок, заменой основных частей и их элементов.

Условия эксплуатации

3.5.1 допускаемые кратковременные воздействия климатических факторов

Рабочий диапазон температур 00 С < t < 400 C;

Максимальное атмосферное давление 900 (мм рт. ст.);

Относительная влажность – 80% при температуре окружающей среды 200 C;

Механические воздействия

Постоянная перегрузка не более 10g;

Переменные перегрузки не более 5g;

Частота вибрации 2 Гц.

Затраты на проектирование неограниченны. Источники финансирования не определены.

Порядок испытаний и ввода в действие

5.1 Провести проверку и контроль параметров

Осуществить контроль сопротивлений и электрической прочности изоляции токоведущих цепей и обмоток электродвигателя;

Осуществить контроль нагрева обмоток или других частей электродвигателя;

Осуществить оценку возникающих при работе машин шумов и вибраций, а также радиопомех.

Осуществить проверку точности отработки заданного угла поворота

Провести ряд испытаний с измерением угла поворота ϕ;

Убедиться в соответствии угла поворота ϕ и заданного угла ϕЗАД.

Министерство образования и науки Украины

Севастопольский Национальный Технический Университет

Кафедра Технической кибернетики

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

по курсу «Проектирование систем автоматического управления»

«Проектирование системы автоматического регулирования угла поворота вала электродвигателя»

Выполнила: ст. гр. А – 61з

Брусинов С. Э.

Проверил:

Дубовик С.А.

Оценка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Севастополь

2009

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И СТРУКТУРНАЯ СХЕМЫ СИСТЕМЫ

2 ВЫБОР И РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

2.1 Выбор двигателя

2.2 Расчет параметров передаточной функции двигателя

3 РАСЧЕТ РЕГУЛЯТОРА

4 РАСЧЕТ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО ЗВЕНА

4.1 Получение характеристик желаемой ЛАЧХ

4.2 Построение амплитудно-частотных характеристик

4.3 Нахождение передаточной функции регулятора

4.4 Проверка устойчивости и качеств переходного процесса

5 РЕАЛИЗАЦИЯ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Список используемых источников

**ВВЕДЕНИЕ**

Системы автоматического регулирования применяются во многих областях современной техники: в авиационной и космической промышленности, для работы в подводных и морских средах, в наземной технике.

Синтез системы автоматического регулирования состоит в выборе структуры и параметров систем регулирования объектами, которые в соответствии с заданными техническими условиями обеспечивают наиболее рациональные характеристики по запасам устойчивости, показателям качества и точности. Сложности решения данной проблемы заключается в том, что при проектировании систем необходимо учитывать множество дополнительных факторов: надёжность функционирования, массу и габаритные размеры, стоимость, возможность работы при вибрации, в агрессивных средах, при значительных перепадах температуры и влажности.

Проектирование представляет собой процесс создания технической документации, опытных образцов и моделей объекта.

Существуют особенности САУ как объектов проектирования. В отличие от других объектов машиностроения и приборостроения, являющимися обычно отдельными устройствами, САУ представляет собой систему из устройств, работающих в режиме управления заданным объектом: объект управления (регулирования), регулятор, или управляющая часть, поддерживает требуемый режим работы объекта управления либо изменяет этот режим в соответствии с заданным законом или программой управления.

При этом большой вес приобретают такие проектные процедуры, как анализ устойчивости, качества и точности САУ, синтез регулятора, построение математических моделей объектов регулирования. При проектировании САУ существенное значение приобретает физическая разнородность и возмущающих воздействий.

Цели и критерии проектирования имеют исключительно важное значение, так как они определяют и направляют весь процесс проектирования. Срок проектирования устанавливается с учетом наискорейшего достижения цели создания САУ на мировом уровне.

В ходе выполнения курсовой работы нужно спроектировать систему автоматического регулирования угла поворота вала электродвигателя (ЭД). Объектом управления такой системы является вращающийся вал, нагруженный моментом . Цель управления состоит в обеспечении угла  поворота вала ЭД, близкого к заданной величине , которая может изменяться во времени. Для достижения этой цели необходимо спроектировать систему с обратной связью.

Оценки качества и точности проектируемой системы должны удовлетворять техническому заданию.

**1 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И СТРУКТУРНАЯ СХЕМЫ СИСТЕМЫ**

Первый этап проектирования состоит в выборе элементов этой системы и формировании функциональной схемы.

В курсовом проекте угол поворота вала ЭД должен измеряться с помощью датчика (Д) одного из следующих типов:

потенциометрические;

индукционные (сельсины, вращающиеся трансформаторы, следящие трансформаторы магнесины);

емкостные;

фотоэлектрические.

Назначение этих датчиков состоит в преобразовании угла поворота вала в электрическое напряжение U. Усилитель напряжения (УН) суммирует этот сигнал с заданным  и формирует ошибку регулирования . Она усиливается по мощности с помощью усилителя УМ и подается на исполнительный двигатель. Соответствующая функциональная схема приведена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Функциональная схема электродвигателя

Электродвигатель как четырехполюсник характеризуется двумя входными параметрами:  - напряжение в цепи якоря и  - ток якоря и двумя выходными: М - момент вращения, Ω- угловая скорость вала. Эти характеристики связывают два уравнения четырехполюсника

 (1.1)

где частные передаточные функции имеют вид

 (1.2)

Уравнения (1.1), (1.2) следуют из дифференциальных уравнений двигателя

 (1.3)

где - индуктивность и сопротивление якорной цепи,

 - ток якоря,

J - момент инерции якоря и всех жестко соединенных с ним частей,

 - электромагнитный вращающий момент двигателя,

M - момент сопротивления нагрузки, приведенной к валу двигателя.

Из приведенных уравнений следует структурная схема системы стабилизации, изображенная на рисунке 1.2, где обозначено

Д1, Д2 – датчики;

*Ку* – коэффициент усиления;

ϕ - угол поворота вала.

*Wp(s) –* передаточная функция регулятора;

*Nε* - высокочастотные шумы,

(s) - передаточная функция двигателя по управлению от напряжения U до угловой скорости вращения якоря ,

 (s)- передаточная функция двигателя по возмущению от момента сопротивления на валу двигателя до угловой скорости вращения якоря .



Рисунок 1.2 – Структурная схема системы стабилизации

 (1.4)

Параметры этих передаточных функций могут быть определены по характеристикам пускового момента  скорости холостого хода - :

 (1.5)

Характеристики  и приводятся в справочной литературе [1] или в технической документации.

Для обеспечения заданных максимальных значений скорости и ускорения движения нагрузки  двигатель на валу должен развивать скорость  и момент , определяемые выражениями [2], [3], [4]

 (1.6)

, (1.7)

где  и  - моменты инерции двигателя и редуктора;

 - момент инерции нагрузки;

 -максимальный момент сопротивления нагрузки;

 - передаточное число редуктора;

 - коэффициент полезного действия редуктора.

**2 ВЫБОР И РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА**

Выбор исполнительного устройства будем осуществлять на основе минимизации требуемого момента инерции на валу двигателя и оптимизации ускорения движения нагрузки по передаточному числу редуктора.

**2.1 Выбор двигателя**

Исходными данными для выбора двигателя являются:

момент инерции в нагрузке *Jн=*0.5 (кг∙м2)

2) момент в нагрузке = 18 (Н⋅м);

скорость вращения (максимальная) в нагрузке (рад/с);

4) ускорение в нагрузке (рад/с2);

Определяем максимальный момент *Мн* и мощность *Рн* в нагрузке.

*Мн=Jн⋅* *+*, [Н⋅м] (2.1)

Мн =0.5⋅ 2,1+18=19,05 [Н⋅м]

*Рн=Мн⋅,* [Вт] (2.2*)*

*Рн*=19,05⋅ 2,1=40,005 [Вт]

Требуемая мощность двигателя определяется по формуле:

*Ртр=2⋅ Рн/η,* [Вт] (2.3)

По полученной мощности *Рн* определяем К.П.Д. из условия:



Так как *Рн<*100 Вт, то *=*0.85 и требуемая мощность:

*Ртр*= 2⋅40/0.85=94 [Вт]

Выбор двигателя производится по номинальной мощности двигателя, которая должна быть больше *Ртр*.

Исходя из этого условия, выбираем двигатель 4ПБ80А1.

Данный двигатель принадлежит к классу двигателей постоянного тока.

Двигатель класса 4ПБ представляет собой двигатель с естественным охлаждением.

Применимые условия эксплуатации – нормальные, соответствующие значениям климатических факторов: высота над уровнем моря до 1000м, температура окружающей среды от 1 до 40 С, относительная влажность 80 % при t=20С.

Показатели надежности:

средний срок службы при наработке 30000 часов не менее 12 лет. Вероятность безотказной работы за период 10000 часов >0.8 при доверительной вероятности 0.7, наработке щеток 0.8, коэффициенте готовности 0.9.

Габариты двигателя:

длина – 385 мм, ширина – 125 мм, высота – 214 мм, масса – 16 кг.

Данный двигатель имеет технические данные:

номинальная мощность, при исполнении *Рном* = 370 [Вт]

максимальная частота вращения *fmax* = 4000 [об/мин]

номинальная частота вращения *fном* = 3000 [об/мин]

4) напряжение *Uном* = 220 [В]

5) номинальный вращающий момент *Мном* = 1.2 [Н∙м]

момент инерции *Jдв* = 1.7⋅10-2 [кг∙м2]

*Определим* ωном *:* ωном=2∙π∙fном/60 [рад/c] *(2.4)*

*ωном*= 2⋅3.14⋅3000/60=314.159 [рад/c]

Определим *ωхх : ωхх=2∙π∙fmax/60 [рад/c]* (2.5)

*ωхх*= 2⋅3.14⋅ 4000/60=418.879 [рад/c]

Момент инерции вычисляется по формуле:

*Jд=Jдв+Jp,* [кг⋅м2] (2.6)

где *Jр –* момент инерции редуктора:

*Jр=0.1∙Jдв*, [кг⋅м2]

*Jд*= 0.1∙0.017+0.017=0.0187 [кг∙м2]

Вычислим оптимальное число редуктора:

*ip=* (2.7)

*ip==*23,88*.*

Определим максимальный момент двигателя по первой форме уравнения баланса – с использованием приведенного момента инерции:

*Мдв*∙*ан*∙*ip + Мнс/ip*∙*η,* [Н∙м] (2.8)

где *-* момент инерции, приведенный к валу двигателя

*Jд+,* [кг∙м2]

**0.019 [кг∙м2]

*Мдв=*0.019∙2,1∙23,88+18/(23,88∙0.85)= 1.8 [Н∙м]

Рассчитаем перегрузочную способность по моменту:

*м=Mдв/Мном* (2.9)

м=1.8/1.2=1.5

Данное значение м удовлетворяет условию м  3.

Определим перегрузочную способность по скорости:

**

*ω=ωd/ωном,* (2.10)

где *ωd=Ωн∙ip.*

Тогда *ωd*=5∙23,88=119

*ω=*119/314.159=0.38

Данное значение *ω* удовлетворяет условию ω 1.3

Так как *м* (2.9*)иω* (2.10) удовлетворяют указанным ограничениям, то двигатель выбран правильно.

**2.2 Расчет параметров передаточной функции двигателя**

Электродвигатель как четырехполюсник характеризуется двумя входными параметрами: напряжением в цепи якоря  и током якоря , и двумя выходными: моментом вращения  и угловой скоростью вала . Эти характеристики связаны двумя уравнениями:

 **(2.11)**

где  - индуктивность и сопротивление якорной цепи;

 - ток якоря;

 - момент инерции якоря и всех, жестко соединенных с ним, частей;

 - электромагнитный вращающий момент двигателя;

 - момент сопротивления нагрузки, приведенной к валу двигателя.

Применив преобразование Лапласа к системе (2.11), получим:

 **(2.12)**

 **(2.13)**

Где 

Легко показать, что .

*W(s)**=* =1

Найдём передаточные функции  - передаточную функцию двигателя по управлению от напряжения  до угловой скорости  и  - передаточную функцию двигателя по возмущению.

 (2.14)

Тогда  (2.15)

При , имеем:

**, (2.16)**

В тоже время, , следовательно:

 **(2.17)**

Выразим параметры передаточной функции через технические характеристики двигателя. Уравнение статической характеристики двигателя:



где υ – неравномерность хода, другая важная характеристика ДПТ - жесткость механической характеристики двигателя *β*-1. Жесткость определяет степень не параллельности ( угла наклона) характеристики.

Для характеристики ДПТ *β = Mn/ωхх*

где *Мn –* пусковой момент, когда угловая скорость равна нулю. *Mn* должен быть .

ωхх

Мп

Вычислив производную по моменту, определим абсолютное значение.

*β = dM /dω = R / *

*Мn=*3*∙Мном=*3.6

*β =Mn/ωхх* =0.0086

Передаточная функция в канале управления – это передаточная функция от напряжения до угловой скорости вращения якоря.

 **(2.18)**

Где 

Постоянная времени в цепи якоря *Tя*  характеризует долю реактивной составляющей относительно активной.

Таким образом, получаем:

 **(2.19)**

Передаточная функция в канале возмущения – это передаточная функция от момента сопротивления на валу двигателя до той же самой угловой скорости. В тоже время, , следовательно:

 **(2.20)**

где 

**3 РАСЧЕТ РЕГУЛЯТОРА**

Первая проблема – это проблема качества и точности, а, следовательно, проблема выбора коэффициента усиления k. Коэффициент усиления выбирается, исходя из требований точности, которые определяются ограничением на установившуюся ошибку. Необходимо учитывать действие момента нагрузки. Для этого рассмотрим следующую упрощенную структурную схему нашей системы стабилизации угла.

*Мс ωf *

*Wf(s)*

1*/s*

φ*зад ωu* φ*u* φ

*Wp(s)*

*Wuω(s)*

1*/s*

Рисунок 3.1 – Cтруктурная схема системы стабилизации угла

, (3.1)

где .

 (3.2)

Запишем выражение для ошибки:



Определим требуемую добротность системы . Найдём для этого , при . Так как

, 

Если все корни , то при  , где:

.

Получаем:



*Так как* , *то*

=4+116,36∙10=1167.6 (3.3)

Следовательно, добротность системы:

 (3.4)

Рассмотрим влияние *Тя* на качество системы.

Для простоты положим *Тя = 0*. Тогда структурная схема системы стабилизации угла (рисунок 3.2) будет иметь следующий вид:

1

*Wuω(s)*

1*/s*

*ϕзад*

*ϕ*

Рисунок 3.2 – Структурная схема системы стабилизации угла

где . (3.5)

Запишем 

Следовательно, передаточная функция всей системы будет равна

.

Проверим систему на устойчивость, воспользовавшись алгебраическим критерием Гурвица:

Q(s)=,

Δ1=a1=0,46>0,

Δ2=a1∙a2-a3∙a0=0,46∙ -1∙0>0,

следовательно, система является устойчивой.

Приведем ПФ прямой цепи к каноническому виду:

, (3.6)

характеристическое уравнение , следовательно, корни будут

,

где *h=ξ/T=ξ∙ωo,*

иначе .

Так как h<*ωo,* значит можно ввести обратную разность, которая будет положительной:

- частота звена с учетом затухания (измененная). Следовательно



Отсюда видно, что собственная частота колебательного звена ω02=, значит коэффициент усиления *k=*1.

*h*= 0,46/ 2 =0,23,

теперь найдем собственную частоту с учетом затухания *ω=*101.

Найдем время регулирования

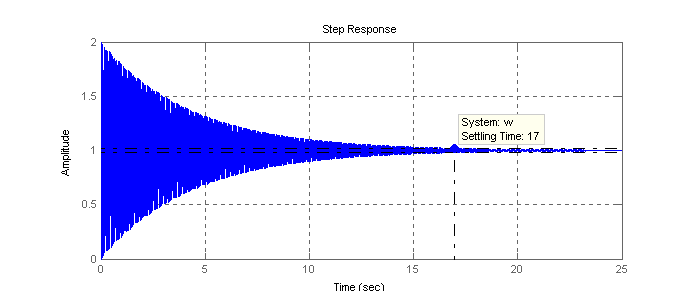


Рисунок 3.3 – Переходный процесс прямой цепи

*tp* = 17 c >>2 c, время регулирования не удовлетворяет условию *tp* < 2 (с).

Реакция системы на единичный скачок, осуществленная в MatLab, представлена на рисунке 3.3.

Из переходной характеристики видно, что система устойчива, но имеет плохие показатели точности и качества: время регулирования *tp*= 17 с, что значительно больше желаемого *tp* < 2с, а перерегулирование системы значительно превышает желаемое перерегулирование 15 % и равно 100 %. Из этого следует, что для улучшения показателей качества и точности система нуждается в коррекции.

*2) Оценим влияние Тя ≠ 0*

Исходя из параметров выбранного двигателя *Lя*= 10 мГн , *Rя*=2 Ом;

 (3.7)

*Следовательно,*

 (3.8)

Тогда ПФ будет равна:

 (3.9)

Определим устойчивость этой системы по критерию Гурвица. Для этого составляем определитель.





Δ1=2,176>0

Δ2=2,176-0,0109∙= -209,9<0

Система неустойчива, так как значение определителя меньше нуля.

Из всего этого следует, что при полученных параметрах передаточной функции (коэффициенте усиления *k* и постоянной времени *Т*) система неустойчива. И, следовательно, для обеспечения устойчивости системы и хороших показателей ее качества и точности, в прямую цепь исследуемой системы необходимо ввести корректирующее звено.

**4 РАСЧЕТ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО ЗВЕНА**

Так как исследуемая система является неустойчивой, необходимо ввести корректирующее звено в ее прямую цепь. Это позволит не только скорректировать систему, сделав ее устойчивой, но и обеспечить требуемые показатели качества и точности: время регулирования tp < 2c и перерегулирование σ < 15%. Для получения передаточной функции корректирующего звена воспользуемся методом ЛАЧХ.

**4.1 Получение характеристик желаемой ЛАЧХ**

*Предельная относительная ошибка воспроизведения полезного (гармонического) сигнала*

 **(4.1)**

где 

Х*арактеризует интенсивность воздействия полезного сигнала*, - предельная ошибка воспроизведения полезного сигнала

 (рад/с) - максимальная частота полезного сигнала.

Предельная относительная ошибка от помехи:

 **(4.2)**

Минимальная частота помехи

.

**4.2 Построение амплитудно-частотных характеристик**

Передаточная функция разомкнутой системы имеет вид:

 (4.3)

 (4.4)



Амплитудно-частотная характеристика неизменяемой части представлена на рисунке 4.1.

Построение желаемой ЛАЧХ производится исходя из характеристик точности, полученных в пункте 4.1, и характеристик переходного процесса, содержащихся в техническом задании. Желаемую логарифмическую амплитудно-частотную характеристику разомкнутого контура строим, исходя из того, чтобы среднечастотная часть, проходящая через *с*, не пересекала запретную область полосы высокочастотных помех (20lgN, N).

Желаемая ЛАЧХ состоит из трех основных частей:

нижнечастотная часть: отвечает за точность

среднечастотная часть: отвечает за время регулирования, перерегулирование и запасы устойчивости

высокочастотная часть: строится исходя из удобства получения ЛАЧХ регулятора.

Построение желаемой ЛАЧХ начинается с построения среднечастотной асимптоты, имеющей частоты сопряжения и *ω3*. Для обеспечения достаточного запаса по фазе необходимо чтобы 

Также необходимо выполнения условия>2.

На основании предъявляемых требований к построению желаемой ЛАЧХ получим:

,

,



Желаемая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика представлена на рисунке 4.1.

Рисунок 4.1 ЛАЧХ желаемой передаточной функции и регулятора



**4.3 Нахождение передаточной функции регулятора**

В соответствии с видом ЛАЧХ, приведённой на рисунке 4.1, желаемая передаточная функция прямой цепи имеет вид:

 **(4.5)**

Так как передаточная функция неизменной части имеет вид:

 **(4.6)**

то передаточная функция регулятора:



Так как , то передаточную функцию регулятора можно представить в виде форсирующего звена:

** (4.7)**

где .

 (4.8)



Или , (4.9)

 (4.10)

Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика регулятора представлена на рисунке 4.1.

**4.4 Проверка устойчивости и качеств переходного процесса**

Для оценки качества и точности системы с полученным корректирующим звеном построим переходный процесс системы с коррекцией, предварительно получив передаточную функцию замкнутой системы.

После коррекции, система имеет передаточную функцию прямой цепи , определяемую по (4.9). Следовательно, передаточная функция замкнутой цепи имеет вид:





Определим устойчивость этой системы по критерию Гурвица. Для этого составляем определитель.





Δ1=63998944602>0

Δ2=2740854>0

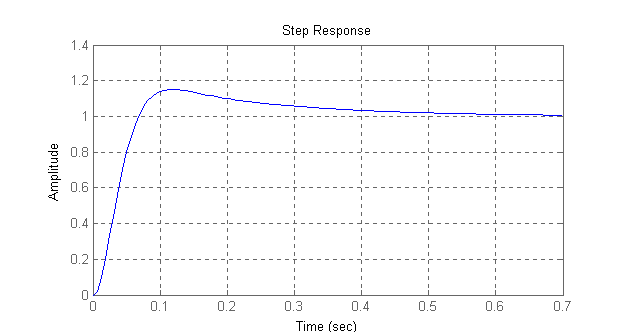
Δ3=546>0

Δ4=2.88>0

=> Система устойчива.

Переходный процесс замкнутой системы:

Рисунок 4.2 – Переходный процесс замкнутой системы



Из рисунка 4.2 видно, что переходный процесс на выходе полученной системы удовлетворяет требуемым характеристикам: , .

С помощью годографа Найквиста найдем запасы по амплитуде и фазе (рисунок 4.3).

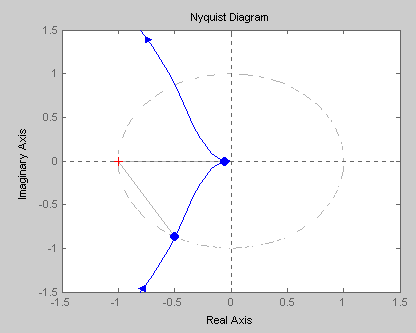


Рисунок 4.3 – Годограф Найквиста

Запас по амплитуде Аз = 25.2 дБ (при ω\* = 186 рад/с),

запас по фазе γз = 60.1° (ω\*\* = 26 рад/с)

Реальное корректирующее устройство содержит балластное апериодическое звено, в данном случае - первого порядка с единичным коэффициентом усиления и постоянной времени ТВ=0,01Т.

*Wb(s)=* – передаточная функция балластного звена (апериодическое звено первого порядка).

Оценим влияние балластного звена, построив переходную характеристику системы.

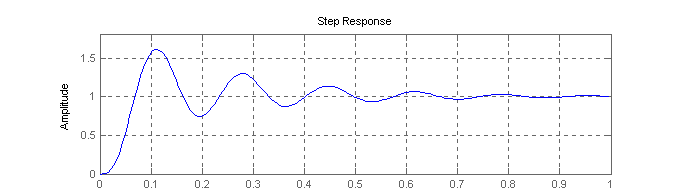


Рисунок 4.4 - Переходный процесс системы с балластным звеном

Таким образом, как видно из графика переходного процесса рисунка 4.4, балластное звено значительно влияет на перерегулирование, которое увеличилось почти в два раза, и лишь немного - на время регулирования:

, .

**5 РЕАЛИЗАЦИЯ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

Реализовать физически корректирующее звено с передаточной функцией (4.8) можно с помощью следующей схемы.

С2

R2

R3

R1

C1





L∞

L0 = 0





Рисунок 4.4 – Схема реализации корректирующего звена, соответствующего ЛАЧХ регулятора

, *T22 < T21*



КУ2

КУ1

θ2

Рисунок 5.3 - Техническая реализация корректирующего устройства

C1

R1

R3

R2

С2

Параметры *Т21, Т22, 1, 2* определяются следующими выражениями:



;

Для полученного регулятора

Параметры элементов схемы, представленной на рисунке 5.3 определяются следующим образом.

Выбор элементов.

КУ1 = 1, КУ2 = 1.

Конденсатор С1 принадлежит классу электролитических конденсаторов (КЭ), отличающихся малыми размерами при большой емкости, но имеющих довольно большие токи утечки и потери.

Примем

С1 = 0.0005 (Ф) = 500 (мкФ), тогда

R1 = 460 (Ом),

R2 = 25 (Ом),

R3 = 399104 (Ом) = 399.1 (кОм),

С2 = 0.6 (мкФ).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном курсовом проекте спроектирована система автоматического регулирования угла поворота вала электродвигателя. Объектом управления такой системы является вращающийся вал, нагруженный моментом . Цель управления состоит в обеспечении угла  поворота вала ЭД, близкого к заданной величине , которая может изменяться во времени. Для достижения этой цели спроектирована система с обратной связью.

Оценки качества и точности проектируемой системы удовлетворяют техническому заданию:

ошибка от помехи |εN|  0.5;

минимальная частота помехи  = 310 (рад/c);

время регулирования *tР*  2 (с);

перерегулирование системы *σ*  15%.

Разработано техническое задание, в котором и учтены все требования, необходимые для нормального функционирования системы, в том числе условия ее эксплуатации.

Согласно исходным данным, рассчитан исполнительный двигатель: определена требуемая мощность двигателя, по значению которой выбран тип двигателя. В процессе расчета регулятора пришли к выводу, что для обеспечения устойчивости системы и хороших показателей ее качества и точности существует необходимость введения корректирующего звена, в связи с тем, что при полученных параметрах передаточной функции (коэффициенте усиления *k* и постоянной времени *Т*) система неустойчива. С учетом корректирующего звена проведен анализ качества и точности системы. Скорректированная система имеет перерегулирование ** и время регулирования системы **с.

Реальное корректирующее устройство содержит балластное апериодическое звено, в данном случае - первого порядка с единичным коэффициентом усиления и постоянной времени ТВ=0,01Т. Анализируя график переходного процесса системы с балластным звеном, можно заметить, что оно значительно влияет на перерегулирование и лишь немного - на время регулирования:

, .

**Список используемых источников**

1 Справочник по электрическим машинам: т.2 п/ред. Копылова И.П., Клочкова Б.К. -М.: Энергоатомиздат, 1988.

2 Топчеев Ю.И., Атлас для проектирования систем автоматического регулирования. – М.: Машиностроение, 1989

3 Справочник радиолюбителя п/ред. Терещук Р.М.- Киев.: Государственное издательство технической литературы, 1962