**Лабораторная работа № 2**

**Исследование цифровой следящей системы**

***1 . Цель работы***

Приобретение практических навыков исследования цифровых следя­щих систем методом моделирования.

***2. Основные теоретические положения***

Следящая система предназначена для воспроизведения вход­ного воздействия с заданной степенью точности.

Появление таких специфических элементов в структуре цифровой сис­темы как импульсный элемент и устройство квантования сигнала по уровню приводит к изменению свойств системы.

Основной критерий качества следящей системы это точность воспроиз­ведения входного воздействия. Динамические показатели, как пра­вило, рас­сматриваются как ограничения при решении задачи синтеза и на­ладке системы. Если о динамике процесса судят по переходной функции (ре­акции системы на единичную функцию), то оценивают время переходного процесса, перерегули­рование и колебательность процесса. Максимальную ошибку оценивают по её амплитуде при эквивалентном синусоидальном входном воздействии. Пара­метры такого воздействия определяют исходя из предельных значений вход­ного сигнала: максимальной скорости и () и максимальном ускорении (). То есть закон изменения входного сигнала удобно представить в виде некоторого эквивалентного синусоидального воз­действия с заданными пре­дельными характеристиками. Если это воздействие имеет вид: , то его скорость и ускорение будут:

, где  (2.1)

, где  (2.2)

Из (2.1) и (2.2) можно получить :



Именно такое воздействие задается на вход следящей системы при оценке её точности.

Известно, что точность системы определяется видом низкочастотной части АФХ. Известно также, что вид низко- и среднечастотной части ЛАХ ана­логовой системы и ЛАХ цифровой системы, представленной в области абсо­лютной псевдочастоты, совпадают. В связи с этим методы построения желае­мой ЛАХ аналоговых систем в этой области частот можно распространить и на цифровые системы.То есть можно утверждать, что ошибка в следящей системе не будет превышена, при частотах квантования  ( - частота среза) и доста­точно большой разрядности ЦАП.

При частотах  квантование сигнала во времени оказывает малое влияние на точность следящей системы и в то же время оказывает значительное влияние на динамические свойства системы в целом. При проектировании сис­темы параметры, характеризующие динамические свойства следящей системы выступают в качестве одних из основных ограничений. То есть требования к системе формулируются следующим образом. При проектировании необхо­димо обеспечить: 1) величину ошибки *Qmin* либо ; 2) при этом необхо­димо выполнить ограничения tпп tпп зад, σ σзад, и т. д..

Помимо квантования сигнала во времени в цифровых САУ осуществля­ется квантование сигнала по уровню вследствие ограниченной разрядности микропроцессора (rмп), разрядности входного (rацп) и выходного (rцап) преобразователей. При этом в подавляющем большинстве систем rмп> rацп> rцап, вследствие чего в даль­нейшем при моделировании будем учитывать только процесс квантования ЦАП. То есть под r, будем понимать rцап. Статическую характеристику ЦАП можно представить как многоступенчатую релейную характеристику с числом уровней . Отклонение статической характеристики от линейной будет тем меньше, чем больше r. В большинстве случаев величина на выходе ЦАП должна быть ограничена по условиям нормального функционирования сис­темы. Например, в системе стабилизации скорости с цифровым регулятором скорости и аналоговым регулятором тока напряжение на выходе ЦАП будет ог­раничено величиной  (-коэффициент передачи об­ратной связи по току якоря). В этом случае значение напряжения на выходе преобразователя, соответствующее единице младшего разряда – шаг квантования по уровню будет:  , (2.3)

где Δ - шаг квантования во уровню.

Напряжение питания современных ЦАП составляет 5 В. Однако силовые преобразователи рассчитаны на напряжение 10 В, поэтому после ЦАП устанавливается операционный усилитель с коэффициентом передачи равном 2.

В результате на входе силового преобразователя и в аналоговой и цифровой системе имеем 10 В. Так что в (2.3) Umax принимается равным 10 В.

Квантование сигнала по уровню вызывает появление дополнительной ошибки. В статике при этом величина ошибки от квантования не будет превосходить ширины зоны нечувствительности 0.5.

В динамике действующие на выходе ЦАП скачкооб­разные возмущения, вызванные округлением сигнала до целого числа единиц младшего разряда, вызывают появление ошибок, превышающих .

Точный расчет влияния квантования сигнала по уровню представляет со­бой достаточно сложную задачу и может быть выполнен в частных случаях с помощью ме­тодов моделирования.

Схема моделирования следящей системы представлена на рис. 4.

На рисунке приняты следующие обозначения. Ключи К1 и К2 для выбора вида воздействия. При ступенчатом воздействии (К1 замкнут, К2 разомкнут) оцениваются параметры переходного процесса tпп – время и σ - перерегулирование. Ключ К3 служит для выбора аналогового либо дискретного варианта системы. Квантование сигнала во времени с частотой 1/Т. D(z), Wрег(p) – соответственно передаточ­ная функция цифрового и аналогового регулятора. Регулятор в контуре скорости П – регулятор с передаточной функцией . В контуре тока ПИ – регулятор, настроенный на ОМ, фильтр в обратной связи отсутствует. Контур скорости представлен эквивалентной передаточной функцией . При вышеуказанной настройке коэффициент демпфирования контура скорости *ξ=0.7*.

Аналоговый регулятор положения имеет вид: , тогда *b0=a0=1;* *b1=τp; a1=Tp, Крег=Ка=Кц.*

Для получения передаточной функции цифрового регулятора воспользуемся преобразованием Тустена  при замене . Предварительно разделим цифровой регулятор на два звена *Крег* и *W1(z)*. Введем обозначения: *m=2τp/T, m1=2Tp/T*, тогда

,

*b0=1-m1; b1=1+m1; a0=1-m2; a1=1+m2*

Шаг квантования по уровню устанавливается в блоке ЦАП, который рассчитывается по (3.2).

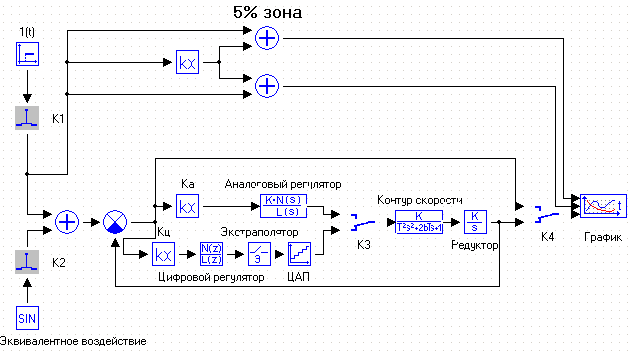


Рис. 4 Схема моделирования следящей системы

***3.Методика выполнения работы***

Исходные данные приведены в Таблице 1,2,3(получить у преподавателя).

Методом моделирования исследовать свойства аналоговой системы:

а) оце­нить параметры переходного процесса; б) оценить ошибку системы при эквивалентном гармоническом воздействии. Параметры воздействия формируются автоматически при вводе исходных данных, содержащих его предельные характеристики (максимальную скорость и максимальное ускорение).

1. Методом моделирования исследовать свойства цифровой системы при ва­риациях периода квантования сигнала по времени (шага обмена ин­формацией между аналоговой и цифровой частью системы). Разрядность преобразователя принять постоянной и равной r=16. Шаг квантования варьировать в следующих пределах: от Тмин=0,002до шага, при котором перерегулирование достигает величины более 70%.

Результаты исследования занести в форму 2.

1. Методом моделирования исследовать свойства цифровой системы при ва­риациях разрядности преобразователя при постоянном значении шага квантования и равном Т=0.002. Шаг квантования по уровню рассчитаем по (2.3)

Результаты исследования занести в форму 3.

Форма 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Т |  |  | **. . .** |  |  |
| *b0* |  |  |  |  |  |
| *b1* |  |  |  |  |  |
| *a0* |  |  |  |  |  |
| *a1* |  |  |  |  |  |
| tпп |  |  |  |  |  |
| σ% |  |  |  |  |  |
| Qmax |  |  |  |  |  |

Форма 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r | 2 | 4 | 8 | 12 | 16 |
| Δ |  |  |  |  |  |
| tпп |  |  |  |  |  |
| σ% |  |  |  |  |  |
| Qmax |  |  |  |  |  |

***4.Содержание отчета***

1. Определение понятия «следящая система».

2. Исходные данные по варианту.

3. Структурная схема системы, структурно-графическая схема моделирования системы, схемы моделирования исследуемых процессов в файлах .mrj.

4. Результаты исследования (таблицы, полученные при заполнении форм 2 и 3 в результате моделирования следящей системы).

5. Построить графики зависимостей tпп(Т), σ%(Т), Qmax(Т).

6. Построить графики зависимостей tпп(r), σ%(r), Qmax(r).

7. Выводы по работе.