Предмет: Теория Автоматического Управления

Тема: Дискретные системы автоматического управления

1. Дискретные системы автоматического управления

Дискретные системы – это системы, содержащие элементы, которые преобразуют непрерывный сигнал в дискретный. В дискретных системах сигналы описываются дискретными функциями времени.

Квантование - процесс преобразования непрерывного сигнала в дискретный. В зависимости от используемого вида квантования системы можно классифицировать:

- импульсные системы, использующие квантование по времени;

- релейные системы, использующие квантование по уровню;

- цифровые системы, использующие квантование по уровню и по времени (комбинированное квантование).

Квантование осуществляется с помощью импульсных модуляторов, релейных элементов, а также различного рода цифровых ключей.

Модуляция - процесс квантования по времени. В импульсных системах в основном используются следующие виды модуляции:

- амплитудно-импульсная (АИМ)- амплитуда импульса пропорциональна амплитуде входного сигнала (рис. 1а);

- широтно-импульсная (ШИМ)- широта импульса пропорциональна амплитуде входного сигнала (рис. 1б);

- фазоимпульсная (ФИМ)- фаза импульса пропорциональна амплитуде входного сигнала (рис. 1в).

t

0 T 2T 3T 4T nT

t

0 T 2T 3T 4T nT

t

0 T 2T 3T 4T nT

x(t)

x(t)

x(t)

а) б) в)

Рис. 1

В релейных системах управления используется импульсная манипуляция (ИМ), в цифровых системах используются кодоимпульсная модуляция (КИМ), при этом каждому значению амплитуды соответствует «пачка» импульсов, представляющая код амплитуды передаваемого сигнала. Этот метод квантования обладает хорошей помехоустойчивостью и широко используется в цифровых системах управления.

На рис. 2 приведен пример, иллюстрирующий процесс передачи дискретных сообщений с использованием кодоимпульсной модуляции.

Рис. 2

При этом квантование по времени определяется тактовой частотой управляющей ЭВМ, а квантование по уровню осуществляется с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

2. Импульсный элемент (ИЭ). Математическое описание импульсного элемента

Импульсный элемент – устройство для преобразования непрерывного сигнала в последовательность модулированных импульсов.

Импульсный элемент может быть представлен в виде двух частей: идеального импульсного элемента и формирователя импульсов.

Идеальный импульсный элемент (рис. 3) преобразует непрерывный

сигнал в последовательность идеальных импульсов в виде δ(t) –функций, площади которых пропорциональны амплитуде передаваемого сигнала.

0

x(t)

t

x(t)

 T

x\*(t)

x\*(t)

 0 T 2T 3T 4T nT

Рис. 3

Для выходного сигнала импульсного элемента можно записать следующее соотношение

, (1)

где x[nT] - решетчатая функция, которая представляет собой значение непрерывной функции в дискретные моменты времени.

При x(t) = 1(t)

. (2)

Для любого x(t)

 . (3)

Это физически не реализуемо и является математической идеализацией, вводимой для упрощения исследования дискретных систем.

Реальный импульсный элемент (рис. 4) - импульсный элемент с конечной длительностью импульса. Он состоит из идеального импульсного элемента и формирователя.

Формирователь преобразует идеальные импульсы в импульсы длительности - γT

x\*(t)

x(t)

0

x(t)

t

y(t)

 0 T 2T 3T 4T nT

 T

Kф(p)

y(t)

Рис. 4

Импульс конечной длительности можно представить в виде (рис. 5)

1

 γT

x(t)=1(t)

0 γT t

1(t)

x(t)

x(t)= -1(t- γT)

1. t

0 t

Рис. 5

Функция веса формирующего звена представляет собой импульс длительностью - γT, ее можно представить как сумму двух единичных функций противоположного знака, сдвинутых на γT

. (4)

Передаточная функция формирователя имеет вид

 (5)

Формирователь при γ = 1 называется фиксатором (или экстраполятором нулевого порядка), при этом его передаточная функция равна

 (6)

Рассмотрим импульсный элемент при γ = 1 (рис. 6).

y(t)

 T

x(t)

1-e-pT

 p

p

x\*(t)

0 T 2T 3T 4T nT

 t

 t

 t

0 T 2T 3T 4T nT

0 T 2T 3T 4T nT

y(t)

x(t)

x\*(t)

# Рис. 6

Если на вход подается аналоговый сигнал, то на выходе получаем ступенчатый сигнал. Рассмотрим схему (рис. 7), состоящую из АЦП и ЦАП:

 y(t)

# ЦАП

 t

 t

 t

0 T 2T 3T 4T nT

y(t)

x(t)

x\*(t)

 x\*(t)

x(t)

АЦП

 k4

 k3 ×

 k2 ×

k1 ×

×

0 T 2T 3T 4T nT

Рис.7

Если на вход схемы поступает аналоговый сигнал, то на выходе АЦП получаем код, значение которого соответствует амплитуде входного сигнала, а на выходе ЦАП получаем ступенчатый сигнал.

Таким образом, для того, чтобы представить процессы в цифровых системах необходимо использовать идеальный ИЭ и фиксатор. Импульсную систему можно представить в виде идеального импульсного элемента и непрерывной инерционной части, а цифровую систему в виде реального импульсного элемента и непрерывной инерционной части. Характерная схема импульсной системы управления приведена на рис. 8.

# x

# T

K(p)

y

Рис. 8

Цифровая система автоматического управления (рис. 9) состоит из аналого-цифрового преобразователя (АЦП), цифро-аналогового преобразова-теля (ЦАП), цифрового автомата (ЦА) и объекта управления.

# x

ЦА

K0(p)

АЦП

АЦП

y

-

Рис. 9

Эту схему можно представить в виде, изображенном на рис. 10.

Ka(z)

Ko(p)

1-e-pT

 p

 T

 T

x

y

-

# Рис. 10

При этом цифровой автомат реализует алгоритм управления в реальном масштабе времени (Ka(z) – передаточная функция алгоритма), т. е. в течение интервала времени равного периоду дискретности –Т.

В цифровой системе квантование по уровню осуществляется с помощью АЦП, а по времени задается цифровым автоматом. Выходной преобразователь одновременно является экстраполятором нулевого порядка, сигнал на его выходе в течение периода дискретности является постоянным.

Литература

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. "Теория систем автоматического управления". Профессия, 2003 г. - 752с.
2. Бронштейн И.Н., Семендяев К.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. — М.: Наука,1986.
3. Основы теории автоматического управления / В.С. Булыгин, Ю.С. Гришанин, Н.Б. Судзиловский и др.; под ред. Н.Б. Судзиловского. М.: Машиностроение, 1985. - 512с.
4. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления/ Под редакцией В. А. Бесекерского. — M.: Наука, 1978.
5. Справочник по теории автоматического управления. /Под ред. А.А. Красовского- М.: Наука, 1987. - 712с.