

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт Прикладной математики, информатики и управления

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ
«МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6
«Программирование дискретных передаточных функций микропроцессорных систем
управления»

Ханты-Мансийск, 2009

Цель работы: изучить основные способы программирования дискретных передаточных функций микропроцессорных систем управления, приобрести навыки их имитационного моделирования в среде SciCos SciLab.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Общие сведения.

Как известно, структура микропроцессорной системы управления можно представить в виде упрощенной схемы (рисунок 1).

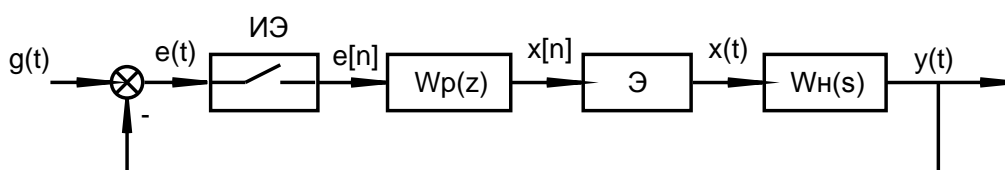


Рисунок 1 – Структурная схема замкнутой цифровой системы управления

Ключевую роль в ней играет ЭВМ реализующий алгоритм управления $W_p(z)$ исходя из знаний об ошибке управления. Следовательно, на практике при построении и настройке микропроцессорных систем управления наиболее часто необходимо решать проблемы программирования передаточной функции $W_p(z)$ на используемом типе ЭВМ.

Под программированием дискретной передаточной функции $W_p(z)$ понимается построение алгоритма реализации фильтра, передаточная функция которого есть $W_p(z)$ или, другими словами, определение последовательности необходимых арифметических операций в цифровом устройстве.

При программировании передаточной функции используют три различных способа программирования, основанных на методах ее декомпозиции:

1. параллельное программирование;
2. последовательное (каскадное) программирование;
3. непосредственное (прямое).

В основе каждого из этих способов лежит определенная форма записи передаточной функции $W_p(z)$, которая вытекает из соответствующе декомпозиции передаточной функции.

1.2 Параллельное программирование

Этот способ реализации цифрового фильтра основан на представлении его дискретной передаточной функции в виде параллельного соединения элементарных звеньев.

Если все полюсы дискретной передаточной функции действительные и простые, то ее можно записать в виде (1.1).

$$W_p(z) = a_0 + \sum_{i=1}^k \frac{f_i z^{-1}}{1 - p_i z^{-1}} = a_0 + \sum_{i=1}^k F_i(z), \quad (1.1)$$

где p_i – i -е полюса передаточной функции $W_p(z)$;

a_i, f_i – действительные коэффициенты.

Тогда z – преобразование выходного сигнала:

$$Y(z) = a_0 x(z) + \sum_{i=1}^k F_i(z) x(z) = \sum_{i=0}^k Y_i(z), \quad (1.2)$$

Из уравнений следует, что передаточную функцию $W_p(z)$ можно реализовать с помощью $(k+1)$ простых программ, действующих параллельно (рисунок 2, а), т.е.:

$$\begin{aligned} y[n] &= \sum_{i=0}^k y_i[n], & y_0[n] &= a_0 x[n], \\ y_i[n] &= f_i x[n-1] + p_i y_i[n-1] & i &= 1, 2, \dots, k \end{aligned} \quad (1.3)$$

Структурная схема программы для вычисления представлена на рисунке 2,б

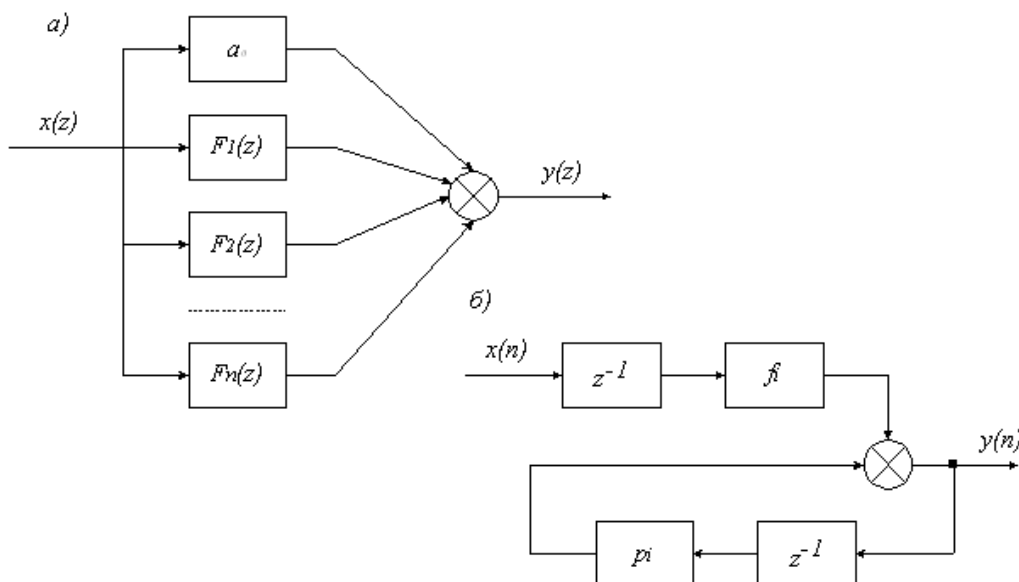


Рисунок 2 – Структурные схемы вычисления для параллельного программирования передаточной функции

1.3 Последовательное программирование

При последовательном программировании передаточная функция $W_p(z)$ (1.4) содержащая m действительных нулей z_i ($i=1,2,...,m$) и $n \geq m$ действительных полюсов p_i ($i=1,2,...,n$), записываются в виде произведения элементарных сомножителей (1.5).

$$W_p(z) = \frac{k(z - z_1)(z - z_2) \dots (z - z_m)}{(z - p_1)(z - p_2) \dots (z - p_n)}, \quad (1.4)$$

$$W_p(z) = F_1(z)F_2(z) \dots F_m(z)F_{m+1}(z) \dots F_n(z), \quad (1.5)$$

где

$$\begin{aligned} F_1(z) &= \frac{y_1(z)}{x(z)} = \frac{z - z_1}{z - p_1} \\ F_2(z) &= \frac{y_2(z)}{y_1(z)} = \frac{z - z_2}{z - p_2} \\ &\dots \\ F_m(z) &= \frac{y_m(z)}{y_{m-1}(z)} = \frac{z - z_m}{z - p_m} \\ F_n(z) &= \frac{y(z)}{y_{n-1}(z)} = \frac{k}{z - p_n} \end{aligned} \quad (1.6)$$

Следовательно, цифровое звено с передаточной функцией $W_p(z)$ может быть реализовано с помощью n элементарных звеньев, соединенных последовательно (рисунок 3).

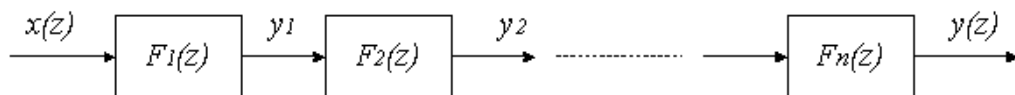


Рисунок 3 – Структурная схема последовательной декомпозиции

Процедура решения такого уравнения схематически изображена на рисунке 4

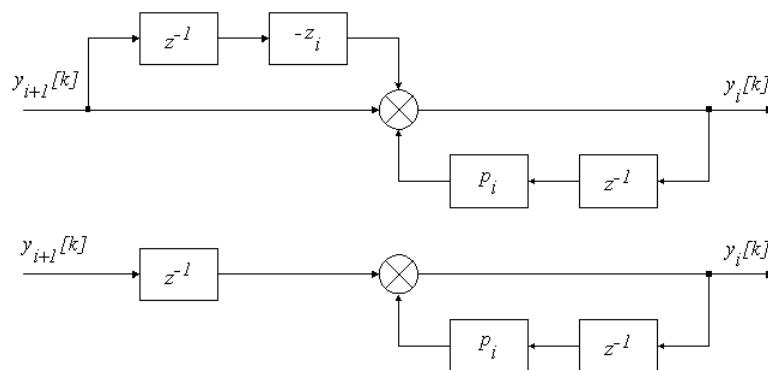


Рисунок 4 – Структурная схема последовательного программирования

Элементарной передаточной функции вида (1.7) соответствует разностное уравнение (1.8).

$$F_i(z) = \frac{z - z_i}{z - p_i} = \frac{1 - z_i z^{-1}}{1 - p_i z^{-1}}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (1.7)$$

$$y_i[k] = y_{i-1}[k] - z_i y_{i-1}[k-1] + p_i y_i[k-1], \quad (1.8)$$

где k – номер отсчета.

Элементарной передаточной функции вида (1.9) соответствует разностное уравнение (1.10):

$$F_i(z) = \frac{1}{z - p_i} = \frac{z^{-1}}{1 - p_i z^{-1}}, \quad i = m+1, m+2, \dots, n-1, \quad (1.9)$$

$$y_i[k] = y_{i-1}[k-1] + p_i y_i[k-1], \quad (1.10)$$

1.4 Непосредственное программирование

Передаточная функция цифрового фильтра может быть представлена в следующей, так называемой нормальной форме (1.11), которой соответствует разностное уравнение (1.12), связывающее дискретные значения входного и выходного сигналов:

$$W_p(z) = \frac{\sum_{i=0}^m a_i z^{-i}}{1 - \sum_{i=1}^n b_i z^{-i}} = \frac{y(z)}{x(z)}, \quad (1.11)$$

$$y[k] = \sum_{i=0}^m a_i x[k-1] - \sum_{i=1}^n b_i y[k-1], \quad (1.12)$$

Разностное уравнение по существу является формулой для вычисления выходной величины Y в дискретные моменты времени kT . В программу вычисления $Y[k]$ входят арифметические операции сложения, вычитания, умножения и запоминания результатов вычислений и входной величины на интервалы времени, кратные периоду дискретизации T . Дискретное значение $Y[k]$ вычисленное в данный момент времени kT , становится в конце следующего периода дискретизации величиной $Y[k-1]$, а через такт – величиной $Y[k-2]$ и т.д.

Процесс решения разностного уравнения можно представить графически, например, в виде структурной схемы, изображенной на рисунке 5, в которой звено z^{-1} осуществляет операции задержки или запоминания дискретного значения сигнала на период T .

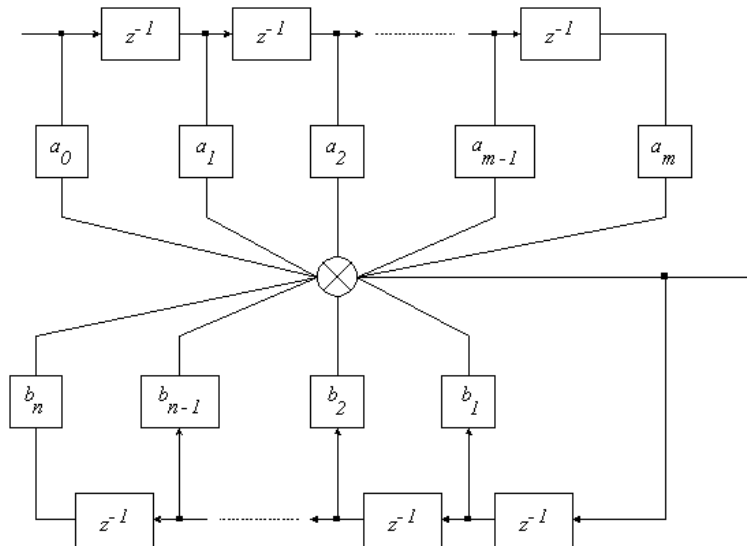


Рисунок 5 – Структурная схема для непосредственного программирования

Так, если получены дискретные передаточные функции, то для них, непосредственно, без всяких преобразований можно написать разностные уравнения и составить структурные схемы решения.

Рассмотрим в качестве примера корректирующий интегро-дифференцирующий фильтр, его передаточная функция (1.13) может быть записана в виде (1.14). А соответствующее разностное уравнение будет иметь вид (1.15). И структурная схема решения уравнения представлена на рисунке 6.

$$W_p(z) = \frac{a - bz^{-1} - cz^{-2} + dz^{-3}}{-e + fz^{-1} - gz^{-2}}, \quad (1.13)$$

$$W_p(z) = \frac{a - bz^{-1} - cz^{-2} + dz^{-3}}{1 - (e + 1 - fz^{-1} + gz^{-2})}, \quad (1.14)$$

$$y[k] = \frac{ax[k] - bx[k-1] - cx[k-2] + d[k-3] - fy[k-1] + gy[k-2]}{-e}, \quad (1.15)$$

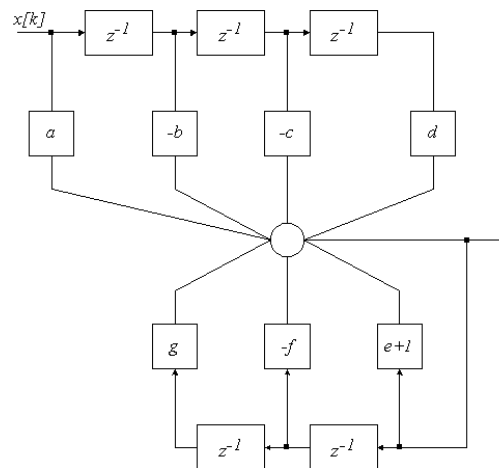


Рисунок 6 – Структурная схема для непосредственного программирования интегро-дифференцирующего фильтра

2. Задание

1. Изучить основные теоретические сведения.
2. Для передаточной функции (задание на лабораторную работу №2) произвести ее преобразование к разностным схемам и произвести ее последовательное, параллельное и непосредственное программирование (в любой среде программирования или обработки данных – MatLab, SciLab, Excel, C/C++, Python, C#, Java и др.).
3. Создать имитационные модели заданной передаточной функции для последовательного, параллельного и непосредственного программирования.
4. Произвести моделирование и сравнить полученные результаты, с результатами программирования.
5. Сделать выводы.
6. Подготовить отчет.

3. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Титульный лист (Приложение А).
2. Цель лабораторной работы.
3. Основные теоретические сведения.
4. Описание хода выполнения индивидуального задания (выполнение п. 2-5 заданий на лабораторную работу, переходные характеристики полученной системы)
5. Выводы по лабораторной работе.

5. Список рекомендуемой литературы

1. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления: Пер с англ. – М.: Машиностроение, 1986. – 448 с.
2. Бесекерский В.А. Цифровые автоматические системы. – М.: Наука, 1976. – 576 с.
3. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы. – М.: Физматлит, 2003. – 288 с.

Пример оформления титульного листа

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт Прикладной математики, информатики и управления

Отчет по лабораторной работе №

<Тема лабораторной работы>

по дисциплине «Микропроцессорные системы управления»

Выполнил: студент группы <номер группы>

<Фамилия И.О.>

Проверил: преподаватель С.Н. Горбунов