

ЭЛЕМЕНТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

П.Н. Родцевич, В.И. Хведчук
Кафедра электронных вычислительных машин и систем,
Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь
E-mail: liddan@mail.ru

При построении систем промышленной автоматики основные трудности (описание последовательности технологических операций, основных особенностей работы соответствующих моделей оборудования, зачастую отсутствия необходимой конструкторской (а не эксплуатационной) документации, разношерстность описаний различных производителей, указывающих (а иногда и не указывающих) необходимые параметры можно преодолеть, используя основные компоненты построения преобразователей, с учетом их специализации под конкретные условия применения. В основе этих компонент лежат средства схемотехнического моделирования, допускающие развитие по числу типов и принципам действия. Наиболее часто употребляемым элементом является операционный усилитель.

ВВЕДЕНИЕ

Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи находят широкое применение в различных областях современной науки и техники. Они являются неотъемлемой составной частью цифровых измерительных приборов, систем преобразования и отображения информации, программируемых источников питания, индикаторов на электронно-лучевых трубках, радиолокационных систем, установок для контроля элементов и микросхем, а также важными компонентами различных автоматических систем контроля и управления, устройств ввода-вывода информации ЭВМ. Главным образом применяются для сопряжения цифровых устройств и систем с внешними аналоговыми сигналами, с реальным миром. При этом АЦП преобразует аналоговые сигналы во входные цифровые сигналы, поступающие на цифровые устройства для дальнейшей обработки или хранения, а ЦАП преобразует выходные цифровые сигналы цифровых устройств в аналоговые сигналы.

1. ОБЗОР ЗАДАЧИ

Схемотехника цифро-аналоговых преобразователей весьма разнообразна [1, 2]. Процедура аналого-цифрового преобразования непрерывных сигналов, которую реализуют с помощью АЦП, представляет собой преобразование непрерывной функции времени $U(t)$, описывающей исходный сигнал, в последовательность чисел $\{U'(t_j)\}$, $j = 0, 1, 2, \dots$ отнесенных к некоторым фиксированным моментам времени j . Эту процедуру можно разделить на две самостоятельные операции. Первая из них называется дискретизацией и состоит в преобразовании непрерывной функции времени $U(t)$ в непрерывную последовательность $\{U(t_j)\}$. Вторая называется квантованием и состоит в преобразовании непрерывной последовательности в дискрет-

ную $\{U'(t_j)\}$. В настоящее время известно большое число методов преобразования напряжение-код. Эти методы существенно отличаются друг от друга потенциальной точностью, скоростью преобразования и сложностью аппаратной реализации.

II. МОДЕЛЬ

Схема, выбранная за основу ЦАП представлена на рис. 1. В качестве ключей здесь используются МОП-транзисторы. В этой схеме задание весовых коэффициентов ступеней преобразователя осуществляют посредством последовательного деления опорного напряжения с помощью резистивной матрицы постоянного импеданса. Основным элемент такой матрицы представляет собой делитель напряжения, который должен удовлетворять следующему условию: если он нагружен на сопротивление R , то его входное сопротивление $R_{\text{также}}$ должно принимать значение R . Коэффициент ослабления цепи $\alpha = U_2/U_1$ при этой нагрузке должен иметь заданное значение. При выполнении этих условий получаем следующие выражения для сопротивлений:

$$R_P = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \cdot R_H$$

$$R_S = (1 - \alpha) \cdot R_H$$

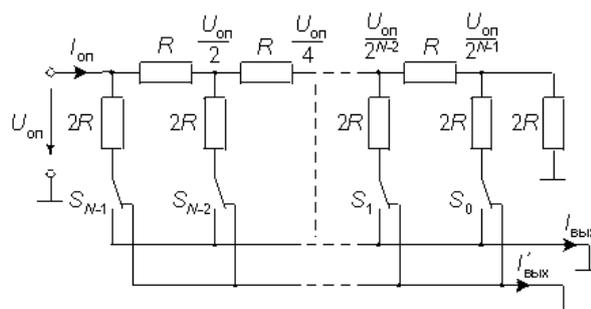


Рис. 1 – Схема ЦАП с переключателями и матрицей R-2R

Согласно рисунку 1, выходные токи схемы определяются соотношениями

$$I_{BbIX} = \frac{U_{on}}{R \cdot 2^N} \sum_{k=0}^{N-1} d_k \cdot 2^k = \frac{U_{on}}{R \cdot 2^N} \cdot D$$

$$I_{BbIX} = \frac{U_{on}}{R \cdot 2^N} \sum_{k=0}^{N-1} \bar{d}_k \cdot 2^k = \frac{U_{on}}{R \cdot 2^N} \cdot \bar{D}$$

Поскольку в любом положении переключателей S_K они соединяют нижние выводы резисторов с общей шиной схемы, источник опорного напряжения нагружен на постоянное входное сопротивление $R=R$. Это гарантирует неизменность опорного напряжения при любом входном коде ЦАП. Процедура аналого-цифрового преобразования непрерывных сигналов, которую реализуют с помощью АЦП, представляет собой преобразование непрерывной функции времени $U(t)$, описывающей исходный сигнал, в последовательность чисел $U'(t_j)$, $j = 0, 1, 2, \dots$ отнесенных к некоторым фиксированным моментам времени. Эту процедуру можно разделить на две самостоятельные операции. Первая из них называется дискретизацией и состоит в преобразовании непрерывной функции времени $U(t)$ в непрерывную последовательность $U(t_j)$. Вторая называется квантованием и состоит в преобразовании непрерывной последовательности в дискретную $U'(t_j)$. АЦП параллельного типа (рис. 2) осуществляют квантование сигнала одновременно с помощью набора компараторов, включенных параллельно источнику входного сигнала. Преобразование полученной группы кодов в трехзначное двоичное число выполняет логическое устройство, называемое приоритетным шифратором, работа которого описывается диаграммой состояний.

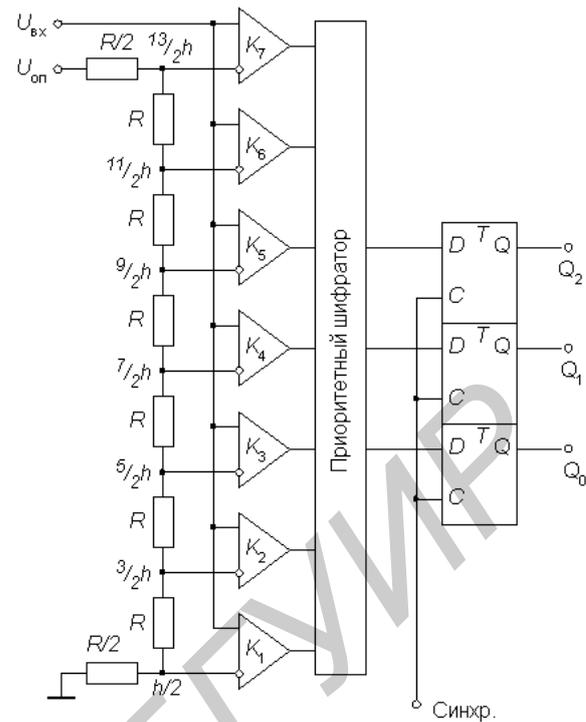


Рис. 2 – Схема параллельного АЦП

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты работы могут быть использованы в учебных целях, позволяя строить модели на базе АЦП/ЦАП с различным исполнительным оборудованием, не прибегая к сборке реальных схем, а также обрабатывать алгоритмы управления промышленным оборудованием на базе специализированных логических контроллеров.

1. Интегральные микросхемы. Микросхемы АЦП и ЦАП. Справочник / Волович Г.И., Ежов В.Б. // –М. : Додэка-XX, 2005. – 432 с.:
2. Цифро-аналоговые преобразователи – Режим доступа: <http://www.gaw.ru/html/cgi/txt/doc/dac/index.htm> – Дата доступа: 01.04.2014.