

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ПРОБЛЕМЕ „КИБЕРНЕТИКА“
НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ СССР МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ
ПО АНАЛОГОВЫМ ВЫЧИСЛЕНИЯМ
АКАДЕМИЯ НАУК УССР
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМЕ „КИБЕРНЕТИКА“
ОРДЕНА ЛЕНИНА ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ

ПРОБЛЕМЫ
СОЗДАНИЯ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
ФОРМЫ
ИНФОРМАЦИИ

ЧАСТЬ 1

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
IV ВСЕСОЮЗНОГО СИМПОЗИУМА
(КИЕВ, 18-20 НОЯБРЯ 1980 Г.)

КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1980

УДК 681.325.3 + 681.335

В сборнике, состоящем из двух частей, помещены тезисы докладов IV Всесоюзного симпозиума "Проблемы создания преобразователей формы информации" (Киев, 18-20 ноября 1980 г.), организованного Институтом кибернетики АН УССР совместно с учреждениями АН СССР, Министерством высшего и среднего специального образования СССР, Министерством приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР, Министерством радиопромышленности СССР, Министерством электронной промышленности СССР, Министерством промышленности и средств связи СССР.

Первая часть содержит материалы по анализу, синтезу, структурной организации и моделированию высокопроизводительных преобразователей формы информации, методам проектирования и элементной базе вычислительных и функциональных преобразователей.

Ответственный редактор А.И.Кондалев

Редакция информационной литературы

П 20204-545

М221(04)-80

1702070000



Издательство "Наукова думка"

1980

Приведенный пример показывает полезность выполнения эквивалентных преобразований уравнения математического описания для получения алгоритмов измерения и структур устройств с требуемыми характеристиками.

1. Стахов А.П. Введение в алгоритмическую теорию измерения. - М.: Сов.радио, 1977. - 212 с.

2. Богородицкий А.А., Рыжовский А.Г., Шляндин В.М. Дуальность методов аналого-цифрового преобразования. Препринт 72-19 Ин-та ядерной физики АН УССР. К., 1972. - 17 с.

А.Д.Азаров

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЛИНЕЙНОСТИ АЦП И ЦАП НА ОСНОВЕ КОДОВ С ИРРАЦИОНАЛЬНЫМИ ОСНОВАНИЯМИ

Целью работы является анализ способов определения величин отклонений от требуемых значений весов разрядов АЦП и ЦАП на основе кодов с иррациональными основаниями, а также возможностей повышения линейности выходной характеристики этих преобразователей цифровой коррекцией.

К кодам с иррациональными основаниями относятся ρ -коды Фибоначчи и коды "золотой" ρ -пропорции [1,2]. Все последующие рассуждения будем проводить для параллельных ЦАП, построенных по принципу суммирования токов [3], а также для АЦП, содержащих такие ЦАП в цепи обратной связи. Введем следующие допущения:

- 1) разрядные источники тока имеют бесконечно большое внутреннее сопротивление;
- 2) токи утечки ключевых элементов пренебрежимо малы по сравнению с величинами разрядных токов;
- 3) чувствительность схемы сравнения, используемой в АЦП является бесконечно высокой;
- 4) веса разрядов АЦП и ЦАП численно равны членам "золотой" ρ -пропорции или ρ -числам Фибоначчи.

В общем случае существует два способа определения отклонений от требуемых значений весов разрядов преобразователей информации на основе кодов с иррациональными основаниями.

Первый способ. На вход АЦП подается аналоговая величина A_i , которая должна обеспечить получение кодовой комбинации K_i , старший значащий разряд которой является i -м. Далее производится повторное кодирование A_i , причем включение i -го разряда при этом запрещается, поэтому кодирование производится только младшими разряда-

ми. Результат повторного кодирования - кодовая комбинация K_2'' . Если все разряды с номерами меньше l "точные", то отклонение l -го проверяемого разряда ΔK_2 найдем из выражения $\Delta K_2 = K_2'' - K_2'$.

Второй способ. На вход АЦП подается сначала величина A_2 , которая также должна обеспечить получение кодовой комбинации K_2' . Затем над разрядами комбинации K_2' производится операция развертки кода $[1, 2]$, вследствие чего формируется новая комбинация K_2^* представленная в развернутой форме и имеющая аналоговый эквивалент A_2^* .

Изменяя K_2^* на величину ΔK_2 сложением либо вычитанием, добиваемся равенства (с точностью до младшего кванта) $A_2 = A_2^*$. Данная операция, по существу, является цифровым измерением $\Delta l = A_2^* - A_2$, а ΔK_2 - цифровой эквивалент Δl . В то же время $K_2^* + \Delta K_2 = K_2''$.

Если отклонения весов разрядов с номерами меньше l являются "ненулевыми", то отклонение ΔK_2 следует вычислять с учетом отклонений ΔK_i младших разрядов по формуле

$$\Delta K_2 = \Delta K_l + \sum_{i=1}^{l-1} \beta_i K_i,$$

где ΔK_l - цифровой эквивалент отклонения веса l -го разряда, определенный без учета отклонений младших разрядов;

$$\beta_i = \begin{cases} 0, & \text{если } \alpha_i' = \alpha_i''; \\ 1, & \text{если } \alpha_i' \neq \alpha_i''; \end{cases}$$

i - номер младшего из разрядов, имеющего "ненулевое" отклонение.

Первый способ определения ΔK_2 наиболее применим для реализации в АЦП поразрядного кодирования, второй - в АЦП следящего типа. В ЦАП определение ΔK_2 можно осуществлять 1-м и 2-м способами, вводя в преобразователь блоки, обеспечивающие формирование кодовых комбинаций K_2' и K_2'' .

Если отклонения Δ_i от требуемых значений весов разрядов с номерами $i < l$ являются "ненулевыми", то пределы отклонения веса l -го разряда удовлетворяют неравенствам

$$0 \leq (\Delta^* l)_\rho \leq [\varphi_\rho (l+\rho) - \varphi_\rho (l-1)] \alpha_\rho^{-(\rho+1)}$$

и

$$0 \leq (\Delta^* l)_\alpha \leq \alpha_\rho^{l-1} - \alpha_\rho^{l-\rho-1},$$

где индексы φ и α при $\Delta^* l$ означают принадлежность данного выражения соответственно к ρ -кодам Фибоначчи и кодам "золотой" ρ -пропорции.

Пределы установки входных вспомогательных сигналов, используемых при определении Δ^*i , удовлетворяют неравенствам

$$\varphi_p(i) + \varepsilon(\Delta^*i_{max})\varphi \leq (A_2)\varphi \leq (1+\rho) - \varepsilon(\Delta^*i_{max})\varphi (\alpha_p^{\rho+1} - 1)$$

и

$$\alpha_p^i + \varepsilon(\Delta^*i_{max})\alpha \leq (A_2)\alpha \leq \alpha_p^{1+\rho} - \varepsilon(\Delta^*i_{max})\alpha (\alpha_p^{\rho+1} - 1),$$

где ε — постоянный коэффициент, выбираемый в области $0 < \varepsilon < 1$

Полученные значения Δ^*i , представленные в виде кодов ΔK_i , используются для повышения линейности выходной характеристики. Это осуществляется цифровой коррекцией выходных кодов АЦП либо входных кодов ЦАП. Скорректированный код n -разрядного АЦП либо ЦАП можно представить в виде

$$K = K^* + \Delta K_{\Sigma},$$

где K^* — корректируемый код; ΔK_{Σ} — корректирующая поправка. Величина ΔK_{Σ} определяется выражением

$$\Delta K_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Delta K_i \alpha_i,$$

где α_i — двоичная цифра i -го корректируемого разряда; ΔK_i — код отклонения i -го разряда.

Для коррекции ЦАП используются свойства многозначного представления чисел в кодах с иррациональными основаниями. При этом перед коррекцией необходимо исходную кодовую комбинацию K^* привести к такой эквивалентной комбинации, в которой прибавление либо вычитание ΔK_{Σ} не изменяло бы состояния корректируемых разрядов. Это осуществляется на основе операции развертки кода.

Таким образом, реализация АЦП и ЦАП на основе кодов с иррациональными основаниями позволяет упростить определение отклонений весов разрядов от требуемых значений.

Используя полученные значения кодов этих отклонений, можно цифровой коррекцией существенно (в 100 раз и более) повысить линейность выходной характеристики. Последнее позволяет проектировать преобразователи информации, обладающие высокой степенью линейности выходной характеристики, построенные на аналоговых элементах низкой точности.

1. Стахов А.П. Введение в алгоритмическую теорию измерения. — М.: Сов.радио, 1977. — 212 с.

2. Стахов А.П. Алгоритмическая теория измерения. - М.: Знание, 1979. - 64 с.

3. Микроэлектронные цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи информации/Под ред. В.Б.Смолова. - Л.: Энергия, 1976.- 336 с.

Н.В.Алипов

ПРИНЦИП "ПЕРЕСЕЧЕНИЯ" И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ АЛГОРИТМИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Известные алгоритмические методы подавления помех основаны на использовании принципа "повторных сравнений" и обладают по этой причине малым быстродействием. В работе описывается новый подход к решению задачи синтеза помехоустойчивых алгоритмов, заключающийся в пересечении выделенных интервалов неопределенности и позволяющий синтезировать быстродействующие алгоритмы, подавляющие действие случайных возмущений, накладываемых на процесс аналого-цифрового преобразования.

Процесс аналого-цифрового преобразования состоит из i тактов (тактов) и обязательно включает операцию сравнения сигнала x и эталонного значения сигнала на j -м шаге (x_{ρ}^j , $\rho=1, \overline{K}$, K - количество компараторов [2]). Поскольку в процессе преобразования на x либо на x_{ρ}^j накладываются случайные возмущения $\xi(t)$, то на j -м такте преобразования x_{ρ}^j сопоставляется с $x(t)$, где $x(t) = x + \xi(t)$.

В результате выполнения K сравнений на j -м такте интервал неопределенности $[x_{\rho}^{j-1}, x_{\rho}^{j+1}]$ разбивается на $(K+1)$ -й новый интервал [2], условием выделения нового интервала является выполнение соотношения

$$x_{\rho}^j \leq x(t) \leq x_{\rho+1}^j.$$

В общем случае $x \neq x(t)$ и поэтому новый интервал неопределенности выделяется с вероятностью ρx_{ρ}^j , для которой справедливо неравенство $\rho x_{\rho}^j < 1$.

Если на $(j+1)$ -м такте преобразования планировать в интервале $[x_{\rho}^j, x_{\rho+1}^j]$ распределение эталонных значений, то с вероятностью $(1 - \rho x_{\rho}^j)$ возникает ошибка в определении x , исключение которой приведет к подавлению случайного возмущения $\xi(t)$ и выполнению соотношения

$$\rho x_{\rho}^j = 1. \quad (1)$$

Следовательно, подавление $\xi(t)$ достигается только в том случае, когда выделяется интервал неопределенности, удовлетворяющий