

УДК 681.3.05

АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

В. И. АФОНЧЕНКО, В. В. МЕДВЕДЕВ, В. К. ЯСЕЛЬСКИЙ

(Представлена научным семинаром физико-технического факультета)

В большинстве современных систем управления и обработки информации используются ЦВМ, решения задач с помощью которых осуществляются в цифровой (дискретной) форме, в виде определенных кодов. Реальные же объекты (машины, производства, процессы и др.) зачастую выдают или принимают информацию в аналоговой форме. В связи с этим возникло новое направление в вычислительной технике — преобразование информации из аналоговой формы в цифровую и наоборот.

Эти преобразующие устройства делятся на две группы — АЦП и ЦАП. В данной статье рассматривается первая группа преобразователей — аналого-цифровые преобразователи.

В настоящее время принята классификация методов аналого-цифрового преобразования, основанная на трех классических методах преобразования: последовательного счета, поразрядного кодирования и считывания. Эти методы наиболее широко применяются на практике и наиболее подробно описаны в литературе.

1. Метод последовательного счета основан на уравнивании входной (измеряемой) величины суммой минимальных по весу эталонов (квантов).

2. Метод поразрядного кодирования позволяет при наличии n эталонов, «веса» которых при двоичной системе, например, пропорциональны степени числа 2, уравнивать (измерять) входную величину набором эталонов соответственно входной величине.

3. Метод считывания позволяет при наличии набора эталонов от младшего, равного кванту, до старшего, равного $2^n - 1$ квантов, и $2^n - 1$ схем сравнения уравнивать (измерять) входную величину соответствующим эталоном.

В последнее время все методы аналого-цифрового преобразования сводятся в один общий и универсальный класс, называемый обобщенным методом шкал [1].

Методы аналого-цифрового преобразования сравниваются по следующим критериям: точность, быстродействие, аппаратная характеристика. Точность АЦП в основном (за исключением зависимости от числа разрядов в выходном коде) определяется величиной инструментальных погрешностей и является следствием качества работы аналоговых узлов преобразователя. Поскольку при различных методах преобразования применяются приблизительно те же самые аналоговые узлы, то можно

считать, что точность преобразования слабо зависит от принятого метода преобразования.

Второй основной критерий — быстродействие, характеризуемый длительностью цикла преобразования $T_{\text{ц}}$. Длительность цикла преобразования в отличие от точности зависит как от метода преобразования, так и от числа разрядов в выходном коде преобразователя (от выбранной точности). Из анализа быстродействия различных методов преобразования, проведенного в [1], следует, что наибольшим быстродействием обладает метод считывания, причем его относительное быстродействие возрастает с увеличением числа разрядов. Это связано с тем, что при использовании метода считывания длительность цикла преобразования не зависит от числа разрядов.

Не менее важным критерием оценки эффективности метода преобразования является аппаратная характеристика. На основании анализа аппаратных характеристик, проведенного в [1], можно сделать вывод, что наибольший объем аппаратуры имеет АЦП считывания. При $n = 4$ объем аппаратуры АЦП считывания в 5 раз больше чем АЦП поразрядного кодирования и в 6 раз больше чем АЦП последовательного счета. Из анализа видно, что наименьший объем аппаратуры имеет АЦП последовательного счета.

Широко применяется оценка эффективности АЦП с точки зрения теории информации — пропускная способность АЦП, определяемая выражением [1]

$$C = \frac{n}{T_{\text{ц}}},$$

где n — число разрядов;

$T_{\text{ц}}$ — время цикла преобразования.

В ряде случаев в качестве более общего критерия оценки эффективности АЦП используется информационно-аппаратурный критерий.

$$A = \frac{C}{N},$$

где N — число деталей, применяемое в АЦП.

Данный критерий характеризует количество информации, пропускаемое АЦП в единицу времени на единицу его оборудования (на одну деталь).

Графики зависимости относительного информационно-аппаратурного критерия от числа разрядов n для трех классических методов построения АЦП приведены на рис. 1. Из графиков рис. 1 видно, что АЦП считывания только при малом числе разрядов $n \leq 4$ может быть использован с эффективностью, примерно равной АЦП поразрядного кодирования. С ростом числа разрядов эффективность АЦП считывания падает. Сравнение по эффективности АЦП последовательного счета и поразрядного кодирования говорит о том, что при числе разрядов $n \leq 8$ эффективнее АЦП последовательного счета, а при $n \geq 10$ — АЦП поразрядного кодирования. При $n = 9$ эти виды преобразователей имеют одинаковую эффективность.

Из анализа рассмотренных графиков следует, что при числе разрядов $n < 9$ можно создать преобразователь, имеющий значение эффективности среднее между эффективностью АЦП последовательного счета и поразрядного кодирования. Подобный преобразователь можно построить, используя двоично-десятичный код (для получения отсчета измеряемой величины в десятичной системе).

Блок-схема одного из вариантов построения такого преобразователя представлена на рис. 2. На рисунке обозначено:

БУ — блок управления;

СС — схема сравнения;
 ПКН — преобразователь код-напряжение (для компенсации входной величины);
 КР — кодовый регистр.

Кодовый регистр представляет собой набор реверсивных декад (в соответствии с числом разрядов) и служит для образования кода соответствующего входной (измеряемой) величине. Преобразователь код-напряжение вырабатывает компенсирующее напряжение согласно коду, записанному в кодовый регистр. Поскольку на входы ре-

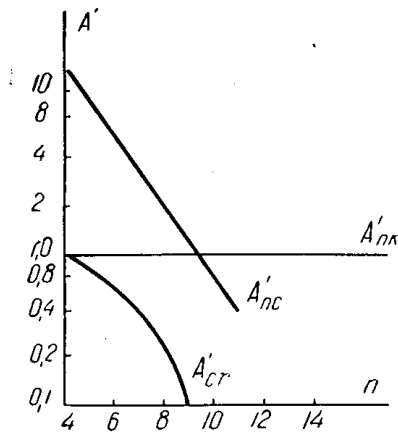


Рис. 1. Относительные информационно-аппаратурные критерии АЦП

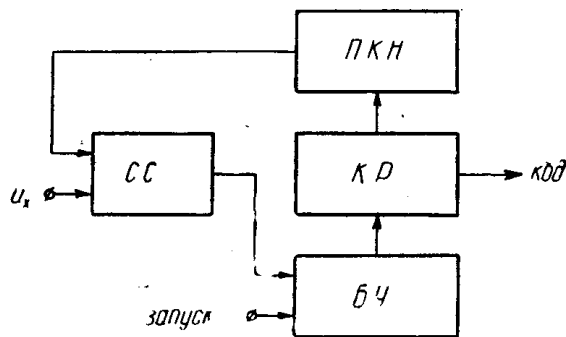


Рис. 2. Блок-схема аналого-цифрового преобразователя

версивной декады подается последовательный код, последняя работает в режиме последовательного счета.

Таким образом, в пределах десятичного разряда преобразователь работает в режиме последовательного счета, а по десятичным разрядам — как преобразователь поразрядного кодирования.

Подобный преобразователь может найти применение в научных исследованиях и там, где необходимо оперативно менять точность (число знаков отсчета). Данный преобразователь помимо обеспечения необходимой точности обладает достаточным быстродействием и может быть легко технически реализован.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. И. Гитис. Преобразователи информации для электронных цифровых вычислительных устройств. М., «Энергия», 1970.
2. К. А. Нетребенко. Цифровые автоматические компенсаторы. М., Госэнергоиздат, 1961.
3. Е. А. Дроздов, А. П. Пятибратов. Автоматическое преобразование и кодирование информации. М., «Советское радио», 1964.