

Кривцов В.О.

Научный руководитель: к.т.н. Романов Р.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail:krivcov.vladik@mail.ru*

Исследование влияния метрологических характеристик ЦАП на точность формирования сигнала

Вопросы, связанные с оптимизацией избыточного кодирования в ЦАП, повышением эффективности способов поверки и коррекции инструментальных погрешностей высокоточных ЦАП, а также вопросы преобразования информации из избыточного кода с двоичными устройствами цифровой вычислительной техники исследованы недостаточно.

Таким образом, необходимость создания высокоточных и метрологически стабильных ЦАП, некритичных к технологической точности изготовления элементной базы, обладающих оптимальной избыточностью и совместимых по форме представления цифровой информации с двоичными устройствами цифровой вычислительной техники обусловили актуальность исследований.

Технологические возможности производства полупроводниковых ЦАП в настоящее время лежат в области 10-12 разрядных преобразователей, поэтому более высокие метрологические параметры получают на основе гибридной и модульной технологии при введении избыточности в разрабатываемые преобразователи. Весьма актуальной является задача разработки высокоточных ЦАП на 14-16 двоичных разрядов с повышенной стабильностью метрологических параметров. Такие высокоточные преобразователи находят применение в автоматизированных системах контроля параметров при производстве и эксплуатации АЦП и ЦАП меньшей разрядности, в устройствах высококачественной цифровой магнитной записи, в системах автоматизации научных экспериментов и других областях науки и техники.

ЦАП подразделяются: 1) по разрядности (чем она выше, тем точнее можно установить значение выходного сигнала); 2) по типу занесения кода: параллельные (с регистром или без него) и последовательные (всегда с регистром); 3) по способу подачи опорного сигнала: обычные и перемножающие.

Одной из метрологических характеристик ЦАП является разрешающая способность определяемая числом разрядов N . Обычно ЦАП, преобразует N -разрядные двоичные коды и должен обеспечить 2^N различных значений выходного сигнала с разрешающей способностью: $1/(2^N-1)$. Точность ЦАП определяется значениями абсолютной погрешности, нелинейностью, дифференциальной нелинейностью, нестабильностью опорного источника напряжения, влиянием нагрузки и другими факторами. Абсолютная погрешность $\delta_{ШК}$ – это отклонение значения выходного напряжения (тока) от номинального расчетного, соответствующего конечной точке характеристики преобразования. Эта величина измеряется в единицах младшего значащего разряда (МЗР). Нелинейность $\delta_{Л}$ характеризует идентичность минимальных приращений выходного сигнала во всем диапазоне преобразования и определяется как наибольшее отклонение выходного сигнала от прямой линии абсолютной точности, проведенной через нуль и точку максимального значения выходного сигнала. Значение нелинейности не должно превышать $\pm 0,5$ единицы МЗР, но бывают исключения. Дифференциальная нелинейность $\delta_{Л.ДИФ}$ характеризует идентичность соседних приращений сигнала. Ее определяют как минимальную разность погрешности нелинейности двух соседних квантов в выходном сигнале. В идеале значение $\delta_{Л.ДИФ}$ не должно превышать удвоенное значение погрешности нелинейности. Если значение $\delta_{Л.ДИФ}$ больше единицы МЗР, то преобразователь считается немонотонным, т. е. при равномерном возрастании входного кода на его выходе сигнал растет неравномерно. Немонотонность дает уменьшение в некоторых квантах выходного сигнала при нарастании входного кода. Это можно рассмотреть на примере попытки увеличить разрешающую способность преобразователя путем построения составного

ЦАП, получающегося из двух идентичных преобразователей и суммирующего усилителя. Казалось бы, в такой схеме разрядность ЦАП увеличена в 2 раза. Неидентичность этих ЦАП приводит к немонотонности результирующей характеристики, поэтому такие схемы не следует применять. Из динамических параметров наиболее существенны такие, у которых: 1. Время установления $t_{УСТ}$ – это интервал времени от подачи входного сигнала до вхождения выходного сигнала в заданные пределы. 2. Максимальная частота преобразования $f_{ПРБ}$ – это наибольшая частота дискретизации, при которой параметры ЦАП соответствуют заданным значениям. В отечественной литературе разделяют прецизионные и быстродействующие ЦАП. Прецизионные ЦАП имеют $\delta L < 0,1 \%$, а быстродействующие $t_{УСТ} < 100$ нс. По разрядности ЦАП достигают 18-20 двоичных разрядов, что соответствует разрешающей способности $U_{MAX} / U_{MIN} = 106$ (отношение максимального выходного напряжения к минимальному). При такой разрядности прецизионным ЦАП следовало называть такой ЦАП, нелинейность которого не превышает относительный вес младшего разряда, то есть для указанного случая желательна $\delta L < 0,0001 \%$.

В заключение хотелось бы отметить, что для корректного применения ЦАП обязательно требуется соблюдение рекомендуемых технических документаций по схеме включения. Пониженное напряжение питания по сравнению с паспортным может вызвать нечеткую работу ЦАП, что может проявиться только при некоторых комбинациях входных сигналов. Проверка правильности работы должна производиться перебором входных сигналов и контролем выходного состояния.