

УДК 681.586.372.4; 53.088.22

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ЦИФРОАНАЛОГОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Омелич Елизавета Викторовна, Рудейко Анастасия Николаевна

ГВУЗ “Национальный горный университет”, nmu.org.ua, topsy_secrets@mail.ru, rudejkonastia@mail.ru

В данной статье анализируются погрешности цифроаналоговых преобразователей. Для этого рассмотрены различные источники погрешностей и способы их устранения.

Ключевые слова – цифроаналоговые преобразователи (ЦАП), аналого-цифровые преобразователи (АЦП), центральная предельная теорема (ЦПТ).

ВВЕДЕНИЕ

Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП) предназначены для преобразования цифровых сигналов в аналоговые. Они используются для формирования сигнала в виде напряжения или тока.

К основным параметрам ЦАП относят в частности разрешающую способность, время установления, погрешность нелинейности. Разрешающая способность тем выше, чем больше разрядности ЦАП. Погрешность нелинейности — максимальное отклонение графика изменения выходного напряжения от идеальной прямой во всем диапазоне преобразований.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассматриваемая схема ЦАП работает на транзисторах в инверсном режиме. При расчетах нужно учитывать погрешности работы схемы. Источником погрешностей являются работа ключей, источников питания, а также неточности при изготовлении сопротивлений.

Экспериментально была проверена работа ключей, получены графики характеристик с нелинейностями, указывающими на погрешности измерений.

Для стабильности, точности работы источников питания используют, например, стабилитроны. Стабилитроны — это полупроводниковые диоды, предназначенные для стабилизации, т.е. поддержания постоянства напряжения в цепях питания радиоэлектронной аппаратуры (напряжение стабилизации стабилитронов примерно от 3В, при меньшем напряжении используют стабилитроны).

Для точности работы резисторов используют технологию изготовления тонкопленочных резисторов. Преимущества данной технологии: малое отклонение сопротивления от номинала (до 0,1%), низкий и стабильный температурный коэффициент сопротивления и отличные рабочие характеристики на высоких частотах. Предельное допустимое отклонение сопротивление резистора можно представить в виде суммы предельных относительных погрешностей, где первые три слагаемых (погрешности длины и ширины резистора,

а также погрешность удельного поверхностного сопротивления) связаны с изготовлением резисторов, а последние два (температурная погрешность и коэффициент старения пленки) — с эксплуатацией [1].

Переход идеального аналого-цифрового преобразователя к следующему цифровому коду происходит, начиная с напряжения, равного половине младшего разряда до напряжения, меньшего напряжения полной шкалы на половину младшего разряда. Так как аналоговый сигнал на входе АЦП может принимать любое значение, а выходной цифровой сигнал является дискретным сигналом, то возникает ошибка между реальным входным аналоговым сигналом и соответствующим ему значением выходного цифрового сигнала. Эта ошибка может достигать половины младшего разряда. Этот эффект известен как ошибка квантования или неопределенность преобразования (приводит к шуму квантования в устройствах с сигналами переменного тока) [2].

В подавляющем большинстве случаев считается, что случайные погрешности экспериментальных измерений имеют нормальное (гауссово) статистическое распределение [3]. Этот факт имеет математическое обоснование в виде центральной предельной теоремы (ЦПТ – теорема): Пусть случайная величина x представляет собой сумму случайных величин y_i , т.е. $x = y_1 + y_2 + \dots + y_n \dots$

Если y_i статистически независимы, то при их произвольном распределении и $n \rightarrow \infty$ их сумма x имеет нормальное распределение с плотностью вероятности:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp \left[-\frac{(x - \bar{x})^2}{2\sigma^2} \right],$$

где: $p(x)$ — называется плотностью распределения вероятности случайной величины x ; \bar{x} — среднее значение величины x ; σ — дисперсия случайной величины.

ВЫВОДЫ

Таким образом, широкое распространение нормального статистического распределения имеет глубокую физическую природу: если случайная величина зависит от большого числа случайных факторов, то она имеет нормальное распределение вне зависимости от характеристик каждого из этих факторов.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В.И. Лачин, Н.С. Савелов. Электроника, Ростов-на-Дону: «Феникс», 2005.
2. К. Бойт. Цифровая электроника. – М.: Техносфера, 2007.