

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ АЦП ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

В.С. Афонин, Б.С. Первухин, А.С. Селиванова, К.С. Колипов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

В статье приводится обоснование появления погрешности при определении параметров переходных процессов с помощью АЦП. Сделаны расчеты, связывающие частоту дискретизации АЦП и величины ошибки определения τ .

Ключевые слова: переходный процесс, аналого-цифровой преобразователь, частота дискретизации, емкостный преобразователь.

Современные технологические процессы требуют постоянного непрерывного контроля, который обеспечивается применением датчиков [1,2,3]. Все чаще при воздействии на измеряемый объект используют импульсный сигнал для возбуждения переходного процесса, наблюдение за которым позволяет определить параметры исследуемого объекта. Такой подход потенциально обладает высокой информативностью, однако имеет недостаток, связанный с организацией схемы определения параметров переходного процесса [4]. Нередко переходный процесс протекает с большой скоростью тем самым требуя высокого быстродействия аналого-цифрового преобразования (АЦП). Используя быстродействующих АЦП существенно повышает стоимость измерения. Таким образом требуется математический аппарат позволяющий оценить инструментальную погрешность вносимую АЦП при определении параметров технологического процесса.

Целью работы является оценка инструментальной погрешности при определении параметров емкостных преобразователей.

Под переходным (динамическим, нестационарным) процессом, понимается процесс перехода цепи из одного стационарного состояния (режима) в другое. Переходные процессы в электрической цепи возможны при присутствии индуктивности и емкости, обладающими свойством накапливать или отдавать энергию электрического или магнитного поля. Переходный процесс связан с перераспределением энергии между емкостными, индуктивными элементами в цепи и внешним ЭДС, подключенным к цепи.

Регистрацию переходного процесса наиболее удобно проводить с помощью АЦП. В процессе преобразования находятся доста-

точное количество точек на кривой изменения напряжения (тока), на основании которых рассчитывается время переходного процесса τ , которое в свою очередь функционально связано с искомыми величинами. Такое преобразование приносит инструментальную погрешность, величина которой связана с быстродействием АЦП: процесс преобразования требует некоторого промежутка времени dt , в течение которого искомая величина изменилась на величину dU (рисунок 1).

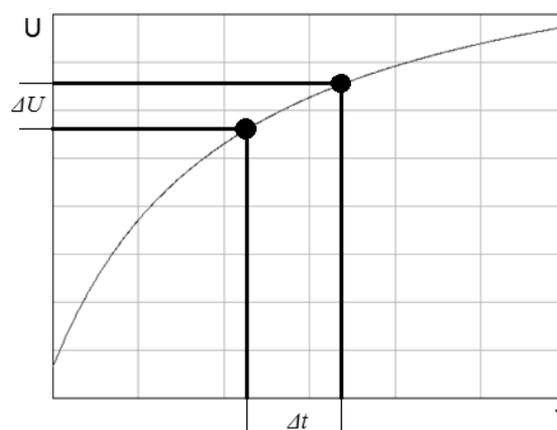


Рисунок 1 – Фрагмент переходного процесса:
 Δt – время преобразования АЦП,
 ΔU – изменение напряжения

Для определения величины dU необходимо выяснить скорость протекания переходного процесса и сопоставить с ней частоту дискретизации АЦП.

В качестве примера можно рассмотреть переходный процесс, проходящий в емкостном преобразователе при определении технологических параметров (влажность, гранулометрический состав, плотность засыпки)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ АЦП ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

сыпучих материалов.

Переходный процесс, происходящий в измерительной схеме, описывается следующей функцией:

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad (1)$$

где τ - постоянная времени, связанная с электрическими параметрами контролируемого материала. Если принять во внимание возможные изменения τ , то необходимо перейти от функции с одной переменной к функции двух переменных:

$$I(t, \tau) = I_0 * e^{-\frac{t}{\tau}}. \quad (2)$$

Продифференцируем функцию по τ :

$$\frac{dI}{d\tau} = \frac{I_0 * t * e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau^2} \quad (3)$$

Перейдем от бесконечно малых величин $dI, d\tau$ к конечным $\Delta I, \Delta \tau$.

$$\Delta I = \frac{\left(I_0 * t * e^{-\frac{t}{\tau}} * \Delta \tau \right)}{\tau^2}. \quad (5)$$

Выразим $\Delta \tau$:

$$\Delta \tau = \frac{\tau^2 * e^{\frac{t}{\tau}} * \Delta I}{I_0 * t} \quad (6)$$

Полученное выражения связывает величину ошибки определения постоянной времени с погрешностью определения мгновенного значения тока ΔI полученного в процессе преобразования АЦП.

Продифференцируем выражение (3) по dI . В итоге получим выражение:

$$\Delta I = -\frac{I_0}{\tau} * e^{-\frac{t}{\tau}} * \Delta t. \quad (7)$$

Выражение (7) определяет на какую величину произойдет ошибка определения значения тока при заданном времени преобразованным АЦП Δt . Объединим выражения (7) и (6), получим:

$$\Delta \tau = -\frac{\tau}{t} * \Delta t. \quad (8)$$

Выражение (8) связывает ошибку определения постоянной времени τ от скорости АЦП, выраженной в длительности Δt . Коэффициент перед временем преобразования обратно пропорционален времени проведения наблюдения. Это можно объяснить тем, что скорость изменения тока в процессе протекания переходного процесса меняется.

В заключение можно отметить, что приведенные выражения могут быть использованы при формировании требований к быстродействию АЦП на основании характера переходного процесса, лежащего в основе измерения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлинер М.А. Измерения влажности. — М.: Энергия, 1973. — 400 с.
2. Кострикина И.А. Методы и средства измерений электрических параметров материалов для оценивания влажности: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – Пенза, 2004.-155 с.
3. Сейдулов М.Н. Разработка прибора для определения влажности сварочных материалов перед сваркой ответственных стыков / М.Н. Сейдулов, В.С. Афонин // Ползуновский альманах. – 2010. – № 1. – С. 127-128.
4. Первухин Б.С. Состояние и перспективы развития средств метрологического обеспечения кондуктометрических анализаторов жидкости / Б.С. Первухин, В.С. Афонин, В.Б. Юшкова // Ползуновский альманах. – 2016. – № 2. – С. 42-45.

Афонин Вячеслав Сергеевич – к.т.н., доцент кафедры ИТ АлтГТУ, тел.: (3852) 29-09-13, e-mail: afonin@mail.altstu.ru; **Первухин Борис Семенович** – д.т.н., профессор кафедры ИТ АлтГТУ, **Колипов К.С., Селиванова А.С.** – магистранты кафедры ИТ АлтГТУ.