РАЗДЕЛ IX. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Бондарь С.Н., Макитрюк С.Б.

Устройство для формирования выборки мгновенного значения напряжения

ФГБОУ ВПО "Ставропольский государственный аграрный университет"

(Россия, Ставрополь)

doi: 10.18411/lj-08-2021-23

Аннотация

В статье рассматривается схемное решение построения устройства для формирования выборки мгновенного значения напряжения с улучшенными параметрами.

Ключевые слова: АЦП, динамическая погрешность, апертурное время, апертурная неопределенность.

Abstract

The article considers a schematic solution for constructing a device for forming a sample of an instantaneous voltage value with improved parameters.

Keywords: ADC, dynamic error, aperture time, aperture uncertainty.

Аналого-цифровая обработка сигналов подверженных изменению во времени осуществляемая посредством устройств АЦП [1, 2], сопровождается рядом динамических погрешностей, характеризующихся понятиями: апертурная неопределенность; апертурное время.

Снижение, а порой и полное устранение проблемы апертурной неопределенности, достижимо при дополнительном использовании оборудования [3÷12] осуществляющего запоминание уровня входного сигнала на интервал времени достаточный для осуществления аналого-цифровой обработки анализируемого отсчета. На рисунке 1 представлено схемное решение одного из возможных вариантов построения устройства для формирования выборки мгновенного значения напряжения. Данное схемное решение, обеспечивает повышенную точность запоминания мгновенного значения уровня входного напряжения при одновременно низком выходным сопротивлении устройства, что в свою очередь, способствует обеспечению повышенной точности как АЦП, так и систем сбора данных [13÷15] в целом.

Рисунок 1. Схема устройства

Схемное решение, рисунок 1, предполагает наличие: источника входного напряжения 1, операционного усилителя (ОУ) 1, первого ключа 3, резистора 4,

запоминающего конденсатора 5, второго ключа 6, аналогового инвертора 7, компаратора 8, генератора тактовых импульсов (ГТИ) 9, логического инвертора 10, формирователя импульсов 11, триггера 12, буферного повторителя на ОУ 13.

Принцип функционирования устройства для формирования выборки мгновенного значения напряжения рассмотрим с опорой на схемное решение представленное на рисунке 1.

При этом следует учесть, что управление устройством осуществляется импульсами прямоугольной формы (рисунок 2.а), вырабатываемые ГТИ 9.

В частности, начальный момент i -того интервала работы устройства, соответствует моменту времени t_i (рисунок 2).

Напряжение с выхода ГТИ 9 подвергается изменению:

- во-первых, инвертируется логическим инвертором 10 и поступает на управляющий вход второго ключа 6, но так как в течении интервала времени $(t_i - t_{i+0,5})$ это напряжение равно нулю (рисунок 2.в) - второй ключ 6 находится в разомкнутом состоянии;
- во-вторых, подвергается изменению длительности, по средством формирователя импульсов 11 (рисунок 2.е) и переводит триггер 12 в «единичное» состояние (рисунок 2.д), обеспечивающее перевод первого ключа 3 в закрытое состояние с привязкой к моменту времени t_i .

Рисунок 2. Временные диаграммы

Напряжение от источника 1, являющееся по сути, входным сигналом u_{BX} (рисунок 2.б) интегрируется по средством ОУ 2, резистора 4, запоминающего конденсатора 5. Согласно алгоритму, начало интегрирования ознаменовывается моментом времени t_i , а завершается в $t_{i+0,5}$. В общем случае, интегрирование напряжения входного сигнала u_{BX} осуществляется согласно выражению (1)

$$(u_{\text{вх}})_i = -\frac{1}{R \cdot C} \cdot \int_{t_i}^{t_{i+1}} (u_{\text{вх}})_i \cdot dt \quad (1)$$

Данное выражение справедливо в силу обеспечения предварительного принудительного разряда запоминающего конденсатора 5 вторым ключом 6 по команде инвертора 10 (рисунок 2.в). Выходное напряжение аналогового инвертора 7, осуществляющего инверсию выходного напряжения ОУ 2

$$u_7 = -u_{\text{вх}}, \quad (2)$$

поступает на инвертирующий вход ОУ выполняющего функции компаратора 8, на неинвертирующий вход которого поступает входное напряжение.

В случае $|u_{\text{вх}}| < u_{\text{вх}}$ компаратор 8 переходит в состояние «0» (рисунок 2.в) и не оказывает влияние на состояние триггера 12. Начальный момент времени выборки $t_{\text{выб}}$, $|u_{\text{вх}}| = u_{\text{вх}}$ (рисунок 2.б) фиксируется компаратором 8 – происходит смена состояния выходного напряжения «0 – 1», обеспечивающая переборс триггера 12 в «0» (рисунок 2.д) и отключение первого ключа 3.

Таким образом, по средством интегратора на базе ОУ 2, конденсатором 5 осуществляется запоминание мгновенного значения входного напряжения в момент времени $t_{\text{выб}}$, при времени хранения равном интервалу $(t_{i+0,5} - t_{\text{выб}})$ (рисунок 2.б).

В интервале времени $(t_{i+1} - t_{i+0,5})$, по команде логического инвертора 10, второй ключ 6 замкнут, обеспечивая тем самым, разряд конденсатора 5 и подготовку к последующему циклу работы устройства, озаменованном моментом времени t_{i+1} (рисунок 2).

В силу использования в составе устройства буферного повторителя на ОУ 13, для которого справедливо условие (3)

$$R_{\text{вх.БП}} \gg (R_{\text{вх.АИ}} \parallel R_{\text{вх.н}}), \quad (3)$$

где $R_{\text{вх.БП}}$, $R_{\text{вх.АИ}}$, $R_{\text{вх.н}}$ - входные сопротивления, соответственно, буферного повторителя на ОУ 13, аналогового инвертора 7, нагрузки устройства, обеспечивается условие независимости режима функционирования интегратора на базе ОУ 2 от величины входного сопротивления нагрузки устройства, что в свою очередь, обеспечивает повышенную точность формирования выборки мгновенного значения входного напряжения.

1. Патент № 59914 Российская Федерация, МПК H03M1/34 (2006.01). Составной быстродействующий аналого-цифровой преобразователь: № 2006129976/22; заявл. 18.08.2006; опубл. 27.12.2006, бюл. № 36 / Хорольский В.Я., Бондарь С.Н., Бондарь М.С.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Ставропольский ГАУ.
2. Патент № 59915 Российская Федерация, МПК H03M1/60 (2006.01). Аналого-цифровой преобразователь: № 2006120991/22; заявл. 13.06.2006; опубл. 27.12.2006, бюл. № 36 / Хорольский В.Я., Бондарь С.Н., Бондарь М.С.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Ставропольский ГАУ.
3. Жаворонкова, М.С. Разработка быстродействующего устройства выборки и хранения повышенной точности / М.С. Жаворонкова, С.Н. Бондарь // Аграрная наука - северо-кавказскому федеральному округу: сб. науч. тр. по материалам 75 научно-практической конференции. - Ставрополь: АГРУС, 2011. - С. 224-228.
4. Жаворонкова М.С. Разработка быстродействующего устройства выборки и хранения повышенной точности / М.С. Жаворонкова, С.Н. Бондарь // Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве: сб. науч. тр. по материалам 75 научно-практической конференции электроэнергетического факультета СтГАУ. – Ставрополь: АГРУС, 2011. - С. 100-104.

5. Патент № 154070 Российская Федерация, МПК H03K17/60 (2006.01). Устройство выборки и хранения: № 2015111969/08; заявл. 01.04.2015; опубл. 10.08.2015, бюл. № 22 / Бондарь С.Н., Жаворонкова М.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ.
6. Патент № 157940 Российская Федерация, МПК G11C27/02 (2006.01). Устройство выборки и хранения № 2015117997/08; заявл. 13.05.2015; опубл. 20.12.2015, бюл. № 35 / Бондарь С.Н., Жаворонкова М.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ.
7. Патент № 154754 Российская Федерация, МПК G11C27/02 (2006.01). Устройство выборки и хранения: № 2015112070/08; заявл. 02.04.2015; опубл. 10.09.2015, бюл. № 25 / Бондарь С.Н., Жаворонкова М.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ.
8. Патент № 155713 Российская Федерация, МПК G11C27/02 (2006.01). Устройство для формирования выборки мгновенного значения напряжения: № 2015106662/08; заявл. 26.02.2015; опубл. 20.10.2015, бюл. № 29 / Бондарь С.Н., Жаворонкова М.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ.
9. Патент № 155555 Российская Федерация, МПК G11C27/02 (2006.01). Аналоговое запоминающее устройство: № 2015106656/08; заявл. 26.02.2015; опубл. 10.10.2015, бюл. № 28 / Бондарь С.Н., Жаворонкова М.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ.
10. Патент № 158706 Российская Федерация, МПК G11C27/02 (2006.01). Устройство для формирования выборки мгновенного значения напряжения: №2015106660/08; заявл. 26.02.2015; опубл. 20.01.2016, бюл. № 2 / Бондарь С.Н., Жаворонкова М.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ.
11. Патент № 160951 Российская Федерация, МПК G11C27/02. H03K3/02, H03L5/00, H03K9/00 (2006.01). Устройство для формирования выборки мгновенного значения напряжения: №2015152009/08; заявл. 03.12.2015; опубл. 10.04.2016, бюл. № 10 / Бондарь С.Н., Жаворонкова М.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ.
12. Патент № 2356163 Российская Федерация, МПК H03M1/34 (2006.01). Способ формирования абсолютного значения сигнала и устройство для его осуществления: №2007146956/09; заявл. 17.12.2007; опубл. 20.05.2009, бюл. № 14 / Бондарь М.С., Бондарь С.Н., Хорольский В.Я.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО СВИСРВ.
13. Жаворонкова, М.С. Перспективы совершенствования систем сбора данных / М.С. Жаворонкова, С.Н. Бондарь // Техника и технология. - 2012. - № 3. - С. 30-31.
14. Ghavoronkova, M.S. Ways of perfection of modern systems of data gathering / M.S. Ghavoronkova, S.N. Bondar // European Journal of Natural History. - 2012. - № 2. – P.25.
15. Бондарь, М.С. Разработка измерительно-вычислительного комплекса контроля уровня напряжения с возможностью коррекции погрешностей входящего в его состав цифрового вольтметра / М.С. Бондарь, С.Н. Бондарь // Информационные системы и технологии. - 2009. - №5 (55).- С. 95-104.

Бондарь С.Н., Макитрюк С.Б.
Устройство выборки и хранения

ФГБОУ ВПО "Ставропольский государственный аграрный университет"
(Россия, Ставрополь)

doi: 10.18411/lj-08-2021-24

Аннотация

В статье рассматривается схемное решение построения устройства для формирования выборки мгновенного значения напряжения с улучшенными параметрами.

Ключевые слова: АЦП, динамическая погрешность, апертурное время, апертурная неопределенность.

Abstract

The article considers a schematic solution for constructing a device for forming a sample of an instantaneous voltage value with improved parameters.

Keywords: ADC, dynamic error, aperture time, aperture uncertainty.

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) [1, 2], осуществляющие аналого-цифровое преобразование аналоговых сигналов, обладают одним из видов динамической погрешности - апертурной неопределенностью. Снижение которой