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

Рассматриваемое схемное решение устройства выборки и хранения, представленного на рисунке 1, обладает расширенными функциональными возможностями – обеспечивает запоминание выборки двуполярного аналогового сигнала, причем, независимо от величины входного сопротивления АЦП, выступающего в качестве нагрузки устройства, а значит, способствует расширению функциональных возможностей систем сбора данных [13÷15]. Обязательной частью которых и является рассматриваемое устройство.

Алгоритм функционирования рассматриваемого схемного решения устройства выборки и хранения поясняется с помощью временных диаграмм представленных на рисунке 2.

В случае i -того интервала работы устройства, озаменованного моментом времени t_i (рисунок 2), напряжение с выхода ГТИ 9, поступает по трем ветвям:

- 1) логический инвертор 10, вход управления ключа 6 - в следствие инвертирования, напряжение с выхода логического инвертора 10 в течении интервала времени $t_i - t_{i+0,5}$ (рисунок 2.е) обеспечивает нахождение ключа 6 в разомкнутом состоянии;
- 2) третьи входы логических ячеек ЗИ 14, 15 – устанавливается «единичный» уровень входного напряжения;
- 3) формирователь импульсов 11, вход «S» триггера 12 - сигнал с входа формирователя импульсов 11 (рисунок 2.д), устанавливает триггер 12 в «единичное» состояние (рисунок 2.ж), обеспечивающее перевод ключа 3 в замкнутое состояние.

Рисунок 2. Временные диаграммы

Компаратор на базе ОУ 1 осуществляет формирование выходного сигнала u_1 полярность которого противоположна полярности сигнала u_{BX} (рисунок 2.б) с учетом условия: $|u_1| \gg |u_{\text{BX}}|$.

Выходное напряжение компаратора на базе ОУ 1 поступающее на вход интегратора образованного ОУ 2, резистором 4 и запоминающим конденсатором 5, подвергается интегрированию согласно выражению (1)

$$(u_2)_i = \frac{1}{R \cdot C} \cdot \int_{t_i}^{t_{i+0.5}} (u_{\text{BX}})_i \cdot dt \quad (1)$$

В силу использования буферного повторителя на ОУ 7, его выходное напряжение u_7 (рисунок 2.в) соответствует u_2 , при одновременной трансляции u_2 на выход устройства: $u_{\text{вых}} = u_7 = u_2$.

Так как имеет место предварительная инверсия, осуществляемая компаратором на базе ОУ 1, а также условие $|u_1| \gg |u_{\text{BX}}|$, выходное напряжение ОУ 2 изменяется линейно, причем с фазой соответствующей фазе входного сигнала u_{BX} (рисунок 2.в). В результате параллельно - встречного подключения компараторов 8 и 13, их выходные

сигналы противофазны. В момент $t_{\text{выб}}$ (рисунок 2.в) будет иметь место соотношение $u_7 = u_{\text{ex}}(t=t_{\text{выб}})$, однако, с учетом конечного времени срабатывания цепи управления ключом 3, фактически имеет место условие: $|u_7| > |u_{\text{ex}}(t=t_{\text{выб}})|$, на выходе компараторов 8 (при $u_{\text{ex}} > 0$) и 13 (при $u_{\text{ex}} < 0$) будут ненулевые уровни напряжения обеспечивающие перепад напряжения «0-1» на выходе логической ячейки 3И 14 (при $u_{\text{ex}} > 0$), логической ячейки 3И 15 (при $u_{\text{ex}} < 0$), логической ячейки 2ИЛИ 16 и последующее переключение триггера 12 в состояние логического «нуля» (рисунок 2.ж), что приводит к отключению ключа 3.

В результате этого, конденсатором 5 осуществляется запоминание напряжения равного мгновенному значению входного напряжения на момент времени $t_{\text{выб}}$. Хранение напряжения выборки осуществляется в течение интервала времени $(t_{i+0,5}-t_{\text{выб}})$ (рисунок 2.в).

В интервал времени $(t_{i+1}-t_{i+0,5})$ ключ 6 замкнут по команде логического инвертора 10, конденсатор 5 разряжается. Начало следующего цикла наступает в момент t_{i+1} (рисунок 2).

Так как, в рассматриваемом техническом решении, в качестве нагрузки интегратора выступает буферный повторитель на ОУ 7, характеризующийся большим входным сопротивлением, формирование выборки мгновенного значения напряжения не зависит от величины входного сопротивления АЦП, выступающего в качестве нагрузки устройства.

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.

Бутков А.А., Бондарь С.Н.

Аналого-цифровые преобразователи

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

doi: 10.18411/lj-08-2021-25

Аннотация

В статье рассматриваются принципы работы аналого-цифровых преобразователей, описываются их основные характеристики.

Ключевые слова: аналого-цифровые преобразователи, цифровые системы, цифровые сигналы, разрешение, частота дискретизации, аналоговые сигналы.

Abstract

The article discusses the principles of operation of analog-to-digital converters, describes their main characteristics.

Keywords: analog-to-digital converters, digital systems, digital signals, resolution, sampling rate, analog signals.

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) [1, 2] являются важной частью работы с цифровыми системами [3÷5], которые взаимодействуют с сигналами в режиме реального времени. Поскольку ИТ-сфера достаточно быстро развивается для применения в повседневной жизни, эти цифровые системы должны считывать сигналы реального времени, чтобы точно предоставлять жизненно важную информацию. Мы рассмотрим то, как работают АЦП, и теорию, лежащую в их основе.

Принцип работы АЦП

Аналоговые сигналы - это сигналы, имеющие непрерывную последовательность с непрерывными значениями. Цифровые сигналы представляют собой последовательность дискретных значений, в которых сигнал разделен на последовательности, в свою очередь зависящие от временных рядов или частоты дискретизации. Одним из самых простых и понятных способов объяснить работу АЦП является визуализация. На рисунке 1 представлен пример аналоговых и цифровых сигналов.