

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ АЦП-ЦАП НА БАЗЕ NI PXI

<sup>1</sup>Вольфганг Корен, <sup>2</sup>Манфред Пауритч

<sup>1</sup>Компания Austriamicrosystems, <sup>2</sup>Университет Прикладных Наук, Австрия

В данной статье рассматривается метод параметрического контроля АЦП-ЦАП, разработанный с использованием платформы NI PXI. Описывается функциональность составляющих используемой системы автоматизированного тестирования АЦП-ЦАП с приведением технических характеристик. Также рассматриваются преимущества разработанной системы по сравнению с аналогами.

**Ключевые слова:** параметрический контроль, система контроля, АЦП-ЦАП.

### Параметрический контроль АЦП-ЦАП

Компания Austriamicrosystems – один из лидеров в разработке и производстве быстродействующих аналоговых интегральных схем общего и специального назначения. Продукция компании отличается низкой потребляемой мощностью и высокой точностью. Помимо интегральных схем компания является поставщиком широкой линейки аналоговых полупроводниковых компонентов, предназначенных для применения в телекоммуникационной, промышленной, медицинской и автомобильной электронике. Перед запуском всей продукции компании Austriamicrosystems в массовое производство она должна пройти параметрический контроль в заданном температурном диапазоне с минимальным количеством опытных образцов.

Для решения этой задачи компанией Austriamicrosystems в сотрудничестве с Университетом Прикладных Наук, Австрия была разработана полностью автоматизированная система измерений на базе NI PXI, с помощью которой инженеры компании Austriamicrosystems проводят параметрический контроль микросхем АЦП-ЦАП компании Austriamicrosystems.



Рисунок 1 – Автоматизированная система измерений на базе NI PXI

Параметрический контроль проходят 10- и 12-разрядные преобразователи с низкой потребляемой мощностью и частотой оцифровки/обновления до 400 кГц. Ниже представлен рисунок, иллюстрирующий передачу сигналов в тестируемых АЦП-ЦАП.

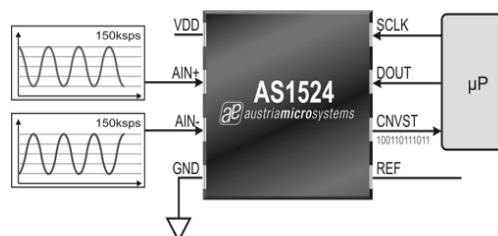


Рисунок 2 – Передача сигналов в АЦП-ЦАП

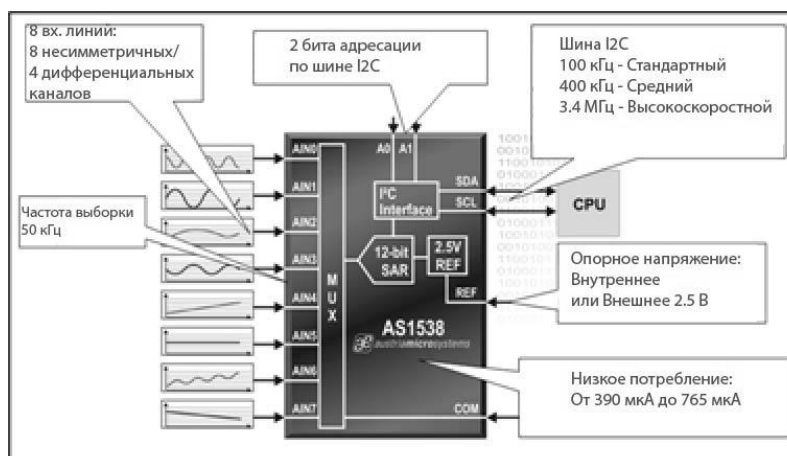


Рисунок 3 – Схема преобразователя

Тестируемые преобразователи содержат до восьми несимметричных и дифференциальных каналов. Обмен данными между микросхемой и микроконтроллером осуществляется через последовательный или параллельный интерфейс. Схема тестируемого преобразователя представлена на рисунке 3.

Параметрический контроль микросхем АЦП-ЦАП включает в себя программу измерений, состоящий из девяти подпрограмм. Помимо основных характеристик, инженеры тестируют параметры, которые дополнительно идентифицируют показатели качества и содержат важную информацию для будущих разработок. Автоматизированная система параметрического контроля обеспечивает регистрацию следующих характеристик:

1. Динамические параметры
  - отношение сигнал/шум и искажения (SINAD);
  - отношение сигнал/шум (SNR);
  - общие гармонические искажения (THD);
  - эффективное число разрядов (ENOB);
  - пиковое значение негармонических искажений (PHSN);
2. Статистические параметры
  - INL – интегральная нелинейность;
  - DNL – дифференциальная нелинейность.
3. Погрешность смещения и усиления
4. Интермодуляционные параметры (отстройка, усиления)
  - IMD – интермодуляционные искажения;
  - ISO – уровень межканальной развязки;
  - интермодуляционные искажения второго и третьего порядка.

5. Напряжения входных и выходных каналов в состояниях логического нуля и единицы.

6. Основные параметры АЦП-ЦАП (ширина, напряжение запрещенной энергетической зоны, опорный ток, опорное напряжение).

7. Параметры энергопотребления (потребляемый ток, опорное напряжение).

8. Синхронизация.

9. Входные сопротивление и емкость.

С помощью разработанной автоматизированной системы инженеры компании Austriamicrosystems проводят испытания большого числа микросхем преобразователей и получают информативные статистические отчеты для расчетов производственных допусков на измеряемые параметры.

#### Измерительное оборудование в составе системы.

Благодаря высокой измерительной точности, а также возможностям синхронного сбора и генерации сигналов, для проведения параметрического контроля была выбрана модульная платформа PXI компании National Instruments (рисунок 4). Полностью автоматизированная система измерений построена на базе шасси NI PXI с установленными генератором произвольных сигналов NI PXI-5422, генератором/анализатором цифровых сигналов NI PXI-6552, измерителем/источником NI PXI-4130, программируемым источником питания NI PXI-4110 и модулем сбора данных NI PXI-6259.

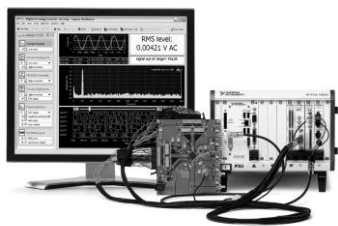


Рисунок 4 – Компоненты системы автоматизированного тестирования АЦП-ЦАП

16-разрядный генератор произвольных сигналов NI PXI-5422 с частотой дискретизации 200 МГц формирует аналоговые сигналы и подает их на вход АЦП-ЦАП для регистрации таких параметров, как INL, DNL, SNR и др. Возможности синхронизации модулей NI PXI позволяют инженерам использовать модуль NI PXI-5422 в автоматизированной системе тестирования в качестве генератора многоканальных когерентных сигналов.

Генератор/анализатор цифровых сигналов NI PXI-6552 с частотой 100 МГц, включающий 20 каналов цифрового ввода/вывода с программируемыми уровнями напряжения ( $V_{OH}$ ,  $V_{OL}$ ,  $V_{IH}$  и  $V_{IL}$ ), обеспечивает прием выходных сигналов с АЦП и синхронизацию с генератором произвольных сигналов для формирования аналоговых и цифровых сигналов.

Для проведения параметрических измерений, требующих разрешение по току до 1 нА, используются программируемый источник питания NI PXI-4110 и измеритель/источник NI PXI-4130. С помощью программируемого источника питания NI PXI-4110 инженеры запрашивают АЦП-ЦАП и регистрируют ток в цепи питания. Наличие в автоматизированной системе измерителя/источника NI PXI-4130 позволяет регистрировать логические уровни входных цифровых линий, а также симулировать цифровую шину с открытым или закрытым коллектором, на которую нагружен тестируемый АЦП.

Использование в автоматизированной системе модуля высокоскоростного сбора данных NI PXI-6259 с возможностями высокоскоростного аналогового/цифрового ввода/вывода позволяет получать текущую информацию о работе системы параметрического контроля, а также переключать режимы тестирования АЦП-ЦАП.

Дополнительно для проведения контроля температурных параметров АЦП-ЦАП в заданном температурном диапазоне в автоматизированную систему включены програм-

мируемый источник питания, три мультиметра, осциллограф с полосой пропускания 100 МГц, осциллограф с полосой пропускания 400 МГц и внешний генератор произвольных сигналов.

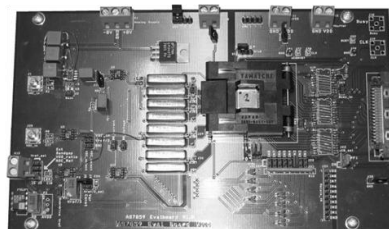


Рисунок 5 – Плата для тестирования АЦП AS1526

Под задачи автоматизированного тестирования преобразователей сотрудниками Университета Прикладных Наук была разработана специализированный адаптер, представленный на рисунке 5, в котором коммутация аналоговых сигналов с генератора NI PXI-6552 на соответствующие входы АЦП осуществляется при помощи быстродействующего реле. Сигналы с выхода АЦП поступают на логический анализатор. Для тестирования цифровых линий управления АЦП используется модуль высокоскоростного сбора данных NI PXI-6259, а для синхронизации генератора произвольных сигналов и высокоскоростных устройств – технология тактирования NI T-Clock, которая позволяет ускорить и оптимизировать измерительные циклы системы.

#### Программное обеспечение системы

Приложение для данной системы параметрического контроля АЦП-ЦАП написано в среде графической разработки NI LabVIEW. Управление системы осуществляется через программу LabVIEW, содержащую несколько подпрограмм, разделенных по различным режимам измерений, включая ввод/вывод, обработку и анализ цифровых/аналоговых сигналов. Благодаря разделению задач на подпрограммы, созданные с использованием типовых шаблонов LabVIEW, инженеры компании Austriamicrosystems добились высокой гибкости при тестировании разрабатываемых устройств, а также широких возможностей для повторного использования кода.

После обработки данных в LabVIEW, они проходят постобработку в программном обеспечении NI DIAdem, результатом которой является автоматическая генерация отчетов испытаний.

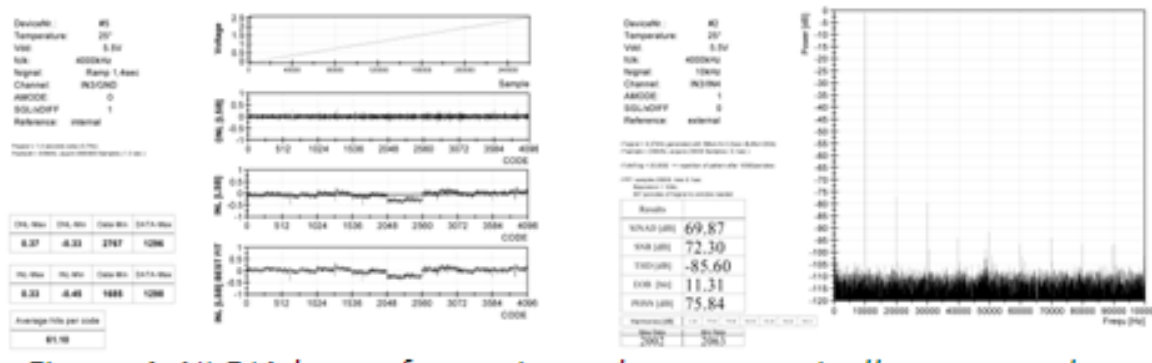


Рисунок 6 – Программное обеспечение NI DIAdem для автоматической генерации отчетов по соответствующим параметрам АЦП-ЦАП.

Слева на рисунке 6 представлен отчет, сгенерированный в NI DIAdem для определения таких параметров, как SINAD, SNR, THD, ENOB и PHSN, справа – отчет по статистическим параметрам нелинейности, INL и DNL.

Данная автоматизированная система на базе модульной платформы NI PXI наглядно демонстрирует важность правильного выбора контрольно-измерительной платформы для улучшения качества тестирования АЦП-ЦАП. Используемые встраиваемые системы NI PXI обеспечивают широкие возможности тактовой синхронизации, а также согласованного сбора и генерации сигналов для проведения параметрического контроля. Автоматизированная система на базе платформы NI PXI

стала стандартом внутри компании Austriamicrosystems для тестирования выпускаемых АЦП-ЦАП. Также использование платформы NI PXI совместно с программными средствами NI, обеспечило широкие возможности для повторного использования кода, что позволило компании Austriamicrosystems сэкономить время для создания сценариев тестирования и сократить время выхода новых АЦП-ЦАП.

**Margarita Ryapolova Marketing Communications  
Specialist National Instruments Russia  
тел. (495)783-68-51,  
e-mail: margarita.ryapolova@ni.com**