

Усовершенствованная система сбора данных на кристалле для мониторинга линий передачи электроэнергии

Луис Белтран ДЖИЛ
(Lluís Beltran GIL)
Перевод: Дмитрий ВАСИЛЕНКО

Наиболее распространенные схемы мониторинга линий электропередачи строятся на измерениях значений токов и напряжений фаз и нейтрали при помощи токовых трансформаторов и резистивных делителей. Упрощение такой системы становится возможным при использовании микросхемы AD7606B благодаря высокому входному импедансу и интеграции основных измерительных блоков.

Введение

Микросхема AD7606B (рис. 1) содержит восемь независимых цепей обработки биполярных аналоговых сигналов с размахом ± 10 или ± 5 В при питании от 5 В. Данная функция позволяет исключить пре-усилитель АЦП и биполярное питание измерительной системы.

Каждый измерительный канал включает защиту входов усилителя до 21 В, усилитель с программируемым КУ и входным импедансом

5 МОм, фильтр от наложения спектров первого порядка и 16-битный АЦП. Дополнительно в AD7606B интегрирован цифровой усредняющий фильтр с коэффициентом передискретизации до 256 и ИОН 2,5 В с малым дрейфом. Все эти функции в совокупности позволяют создать полноценную измерительную систему линий электропередачи.

В дополнение к перечисленным функциям AD7606B обладает обширными возможностями калибровки и диагностики, что позволяет улучшить надежность и системную производительность.

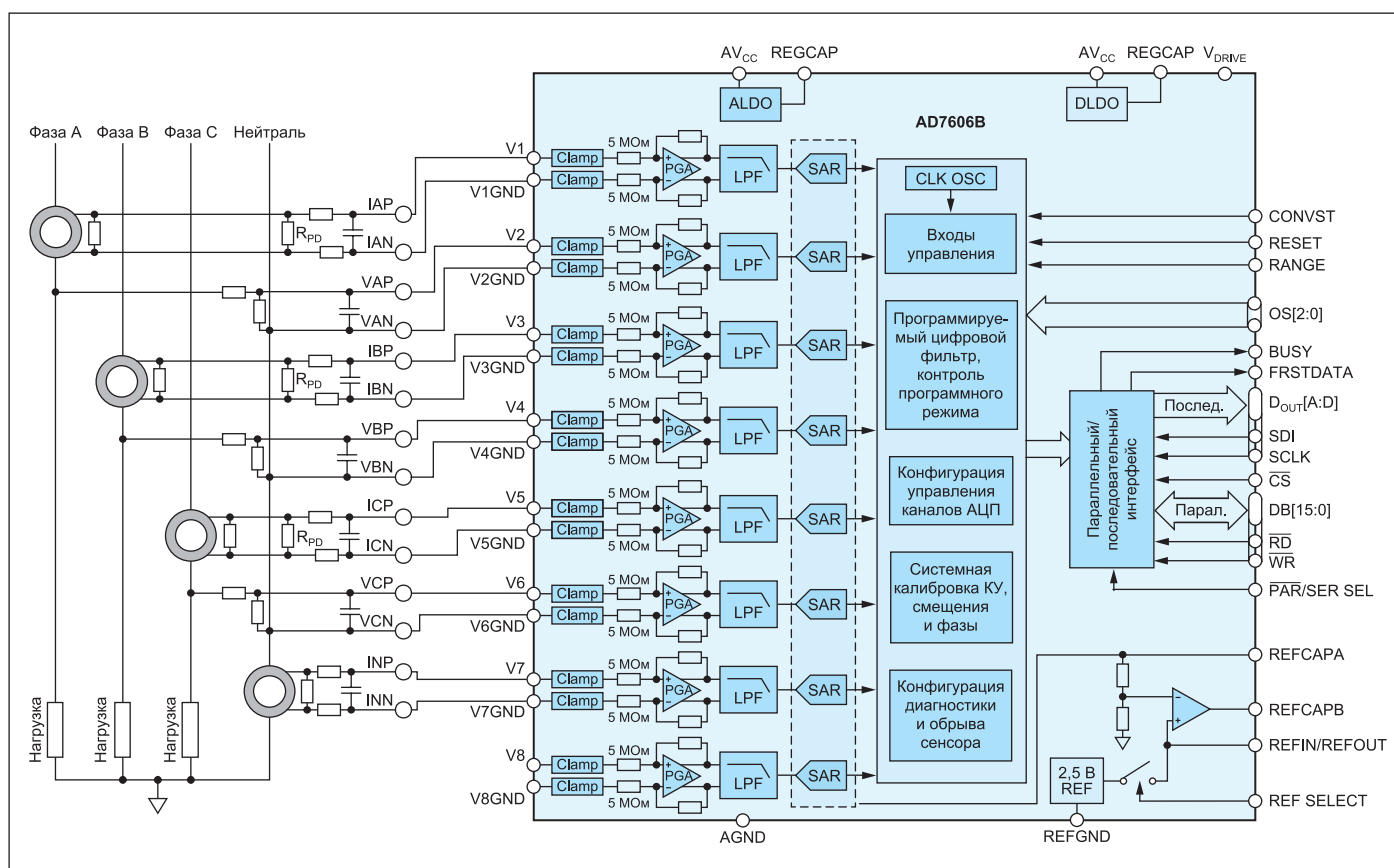


Рис. 1. Типовое включение AD7606B в устройстве мониторинга линии электропередачи

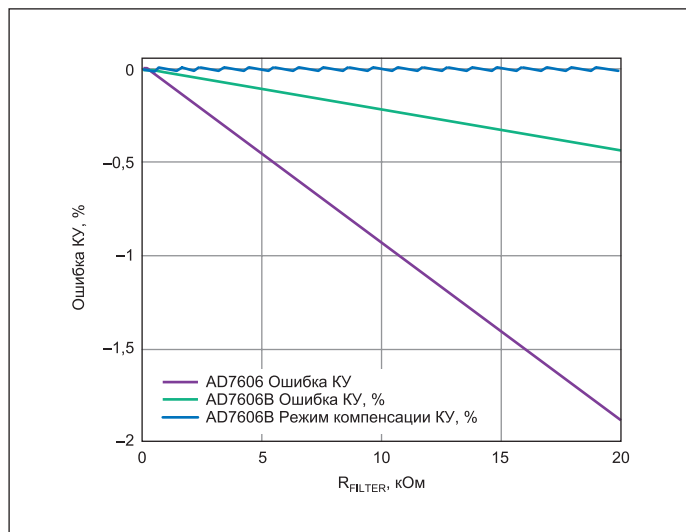


Рис. 2. Ошибка КУ при последовательном подключении резистора

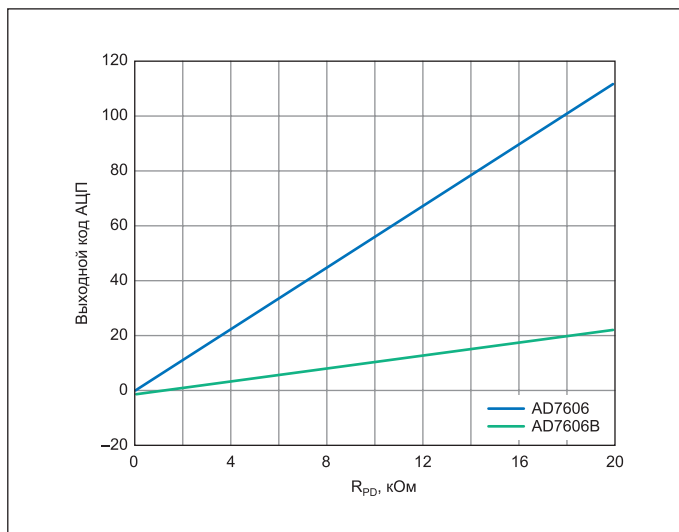


Рис. 3. Ошибка смещения в случае отсоединения сенсора от выходов АЦП

Прямое подключение сенсора

Входной импеданс AD7606B был значительно увеличен (до 5 МОм) по сравнению с предыдущим поколением AD7606, что позволило напрямую подключить широкий спектр датчиков со следующими очевидными преимуществами:

- уменьшена ошибка усиления от внешних резисторов (например, резисторов входных фильтров или сопротивлений делителя напряжения);
- сокращено отклонение измерения в случае отсоединения датчика, что позволяет упростить диагностику обрыва сенсора.

Ошибка усиления от внешних резисторов

В процессе изготовления на фабрике резисторы усилителя R_{FB} и R_{IN} (типичное значение 5 МОм) подстраиваются, при этом достигается высокая точность коэффициента усиления AD7606B. Однако в случае возможной установки дополнительного входного резистора в схеме вероятен сдвиг КУ от идеального $R_{\text{FB}}/R_{\text{IN}}$.

Чем выше R_{FILTER} , тем больше возникающая ошибка усиления, требующая компенсации на контроллере. При этом чем выше R_{IN} , тем меньше влияние величины R_{FILTER} . Если сравнить с предыдущим поколением AD7606 (1 МОм входной импеданс), некалиброванная ошибка усиления у AD7606B сокращается в 5 раз (рис. 2).

При использовании функции калибровки программного режима AD7606B ошибка усиления может быть скомпенсирована прямо в измерительной системе, что позволяет исключить подстройку усиления в контроллере.

Детектирование отключения датчика

Обычно для определения отключения (обрыва) датчика разработчики устанавливают понижающий резистор R_{PD} в параллель с датчиком (например, с токовым трансформатором на рис. 1). При этом обрыв детектируется в случае, если АЦП выдает код <20 МЗР последовательно несколько циклов.

Рекомендуется выбирать значение R_{PD} значительно выше выходного импеданса датчика для минимизации ошибок измерения. При этом чем выше величина сопротивления R_{PD} , тем более высокое значение будет выдавать АЦП в случае обрыва датчика, что нежелательно и может привести к ошибочным определениям состояния подключения датчика. Благодаря повышенному входному импедансу AD7606B код АЦП будет меньшего значения, снижая риск ошибочного определения обрыва (рис. 3).

При использовании программного режима AD7606B и функции детектирования обрыва линии возникает возможность исключить

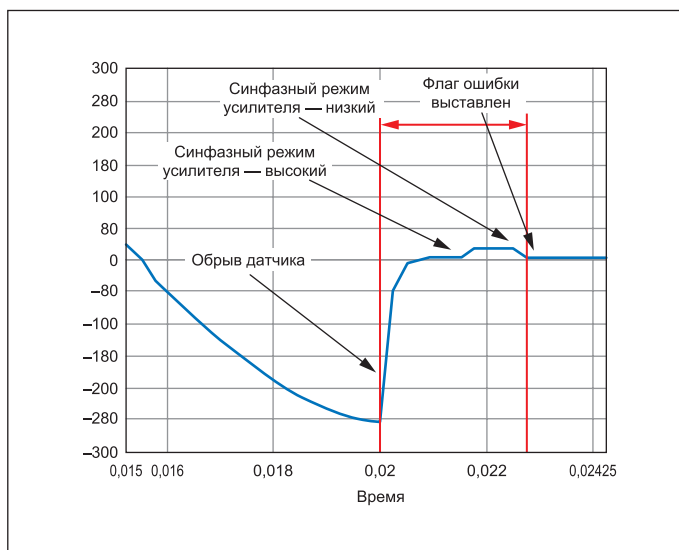


Рис. 4. Детектирование обрыва датчика

дополнительный программный код, необходимый для обработки таких событий во внешнем контроллере. В программном режиме задается число циклов получения низкого значения аналого-цифрового преобразования (например, на рис. 4 — $N = 3$), после прохождения которых устанавливается сигнальный флаг обрыва датчика.

Функции системного уровня

Системная калибровка смещения

При использовании двух резисторов на входе, как на рис. 1, рассогласование приведет к смещению измерения. Данное смещение можно измерить как значение показания АЦП при замыкании датчика на «землю». Измеренное значение можно добавить или вычесть из рабочих показаний АЦП, причем компенсация возможна в границах ± 128 МЗР. Данная функция работает независимо на каждом из восьми каналов преобразования.

Системная калибровка фазы

Вход CONVST задает временной момент старта преобразования сразу на всех каналах АЦП. Однако в некоторых применениях, например при измерении тока через трансформаторы тока, а напряжения — через резистивный делитель, наблюдается сдвиг по фазе меж-

ду сигналами тока и напряжения. Для компенсации этого эффекта в AD7606B можно задать задержку старта измерения на любом канале для полной синхронизации фаз (рис. 5).

Надежность системы

Для увеличения надежности системы были добавлены следующие функции:

- компараторы для детектирования повышенного/пониженного напряжения на каждом канале;
- проверка цифрового интерфейса посредством выдачи фиксированного кода на каждом из каналов;
- сигнализация ошибки чтения/записи SPI в случае попытки чтения/записи из недопустимого регистра;
- сигнализация BUSY STUCK HIGH (перегрузка линии передачи), если линия передачи данных преобразования активна дольше нормального периода после старта преобразования;
- сигнализация в случае детектирования сброса питания на встроенном LDO-регуляторе;
- проверка методом циклического избыточного кода (CRC) может быть проведена в памяти, ПЗУ и на каждом интерфейсе для гарантирования инициализации и функционирования.

Заключение

AD7606B — это полноценная система сбора данных на кристалле с высокой интеграцией блоков построения измерительного

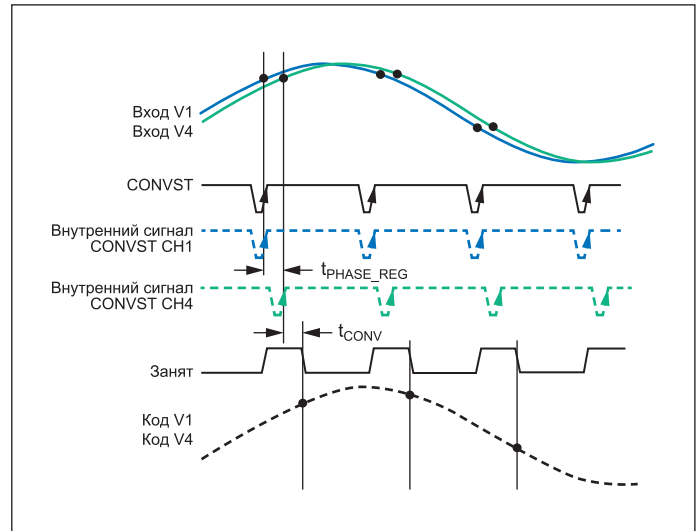


Рис. 5. Совмещение фаз

тракта. Полезным добавлением в микросхеме являются встроенные диагностические функции и калибровка КУ, смещения и фазы. Такие свойства AD7606B позволяют значительно упростить и удешевить схему построения приборов мониторинга линий передачи электроэнергии. ■