

# Решение для прецизионного аналогового вывода в ПЛК с надежной защитой

Давид ФОРДЕ (David FORDE)  
Клаире КРОКЕ (Claire CROKE)  
Джин МакАДАМ (Jean McADAM)  
Перевод: Дмитрий ВАСИЛЕНКО

В системах управления промышленными процессами существует задача надежного и точного контроля технологических параметров, таких как температура, давление и скорость расхода. Обычно для решения подобных задач используются электромеханические исполнительные устройства. Управление ими осуществляется при помощи специальных модулей формирования управляющих напряжений и токов, данные модули являются составной частью промышленных программируемых логических контроллеров (ПЛК, Programmable logic controllers, PLC) или распределенных систем управления (DCS). Генерируемые напряжения и токи должны быть не только заданы с высокой точностью, но и защищены от возможных воздействий агрессивной среды промышленного производства. Эти жесткие требования точности и надежности могут быть успешно достигнуты при использовании AD5423, прецизионного одноканального ЦАП с выходом по току и напряжению, а также ADG5401F, многофункционального аналогового ключа с защитой от перегрузок по напряжению.

## Точность

Высокая точность — это ключевой параметр AD5423. В режиме выхода по напряжению общая нескорректированная ошибка (Total unadjusted error, TUE) не превышает  $\pm 0,01\%$  при  $+25^\circ\text{C}$  ( $\pm 0,05\%$  во всем рабочем диапазоне температур) с типичным дрейфом выходного напряжения  $0,35 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$  от полного диапазона выходных напряжений (FSR, Full scale range). В режиме выхода по току общая нескорректированная ошибка не превышает  $\pm 0,01\%$  при  $+25^\circ\text{C}$  с типичным дрейфом выходного тока  $2 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$  от полного диапазона выходных токов. Дифференциальная нелинейность (DNL) гарантированно монотонна во всем рабочем диапазоне и не превышает  $\pm 1 \text{ MЗР}$  (LSB) при любом режиме работы.

Прецизионный аналоговый ключ ADG5401F имеет специфицированное собственное сопро-

тивление ( $R_{\text{ON}}$ ) на уровне 6 Ом. У ADG5401F предусмотрен дополнительный канал обратной связи для подключения выхода системы к выводу ЦАП  $+V_{\text{SENSE}}$ . Использование дополнительного канала позволяет исключить ошибку из-за возможных вариаций собственного сопротивления открытого канала ключа  $R_{\text{ON}}$ . Максимальный ток утечки ADG5401F составляет 40 нА во всем температурном диапазоне. Такие уровни тока утечки не превышают 1 МЗР (LSB) для 16-битного ЦАП с выходом по току 4–20 мА и обеспечивают высокую точность и максимальный динамический диапазон сигнальной цепи.

## Надежность

ADG5401F как многофункциональный аналоговый ключ с защитой от перегрузок по напряжению предназначен для защиты выхода ЦАП AD5423 от перегрузок по напряжению

как при поданном на схему напряжении, так и при отсутствии питания. Выходы ключа ADG5401F S (source, основной выход) и SFB (source feedback, дополнительная обратная связь) выдерживают перегрузки по напряжению до  $\pm 60 \text{ В}$ . Такие уровни допустимых режимов обеспечивают надежную защиту аналоговых выходов микросхем, уязвимых для ошибок подключения, подачи питания и т.д. На рис. 1 представлена типичная схема совместного включения ADG5401F и AD5423, применяемая в системах аналогового вывода.

Уровень напряжения питания ADG5401F устанавливает граничное значение для определения перегрузки по напряжению: в случае если напряжение на выводах S или SFB превысит это значение, будет определен режим сбоя системы. В режиме сбоя системы основной ключ и ключ обратной связи схемы ADG5401F автоматически разомкнутся в течение 800 нс.

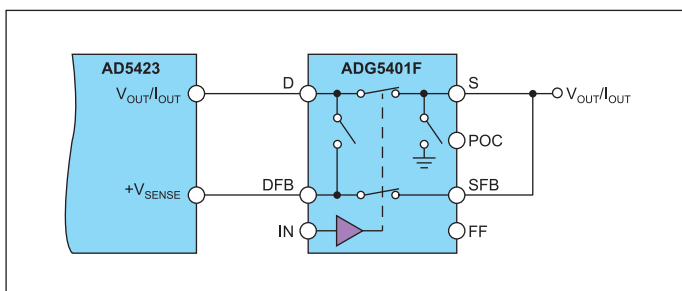


Рис. 1. Схема совместного включения ADG5401F и AD5423

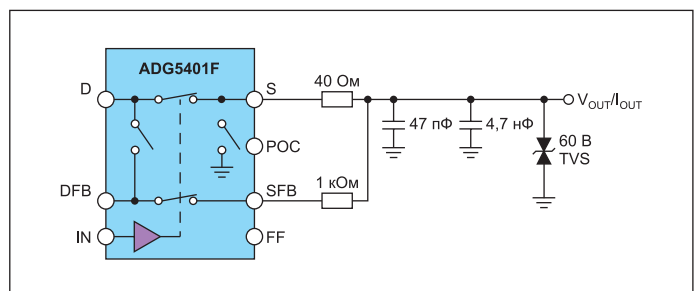


Рис. 2. Схема включения ADG5401F с защитой от стандартных воздействий по ИЭК 61000

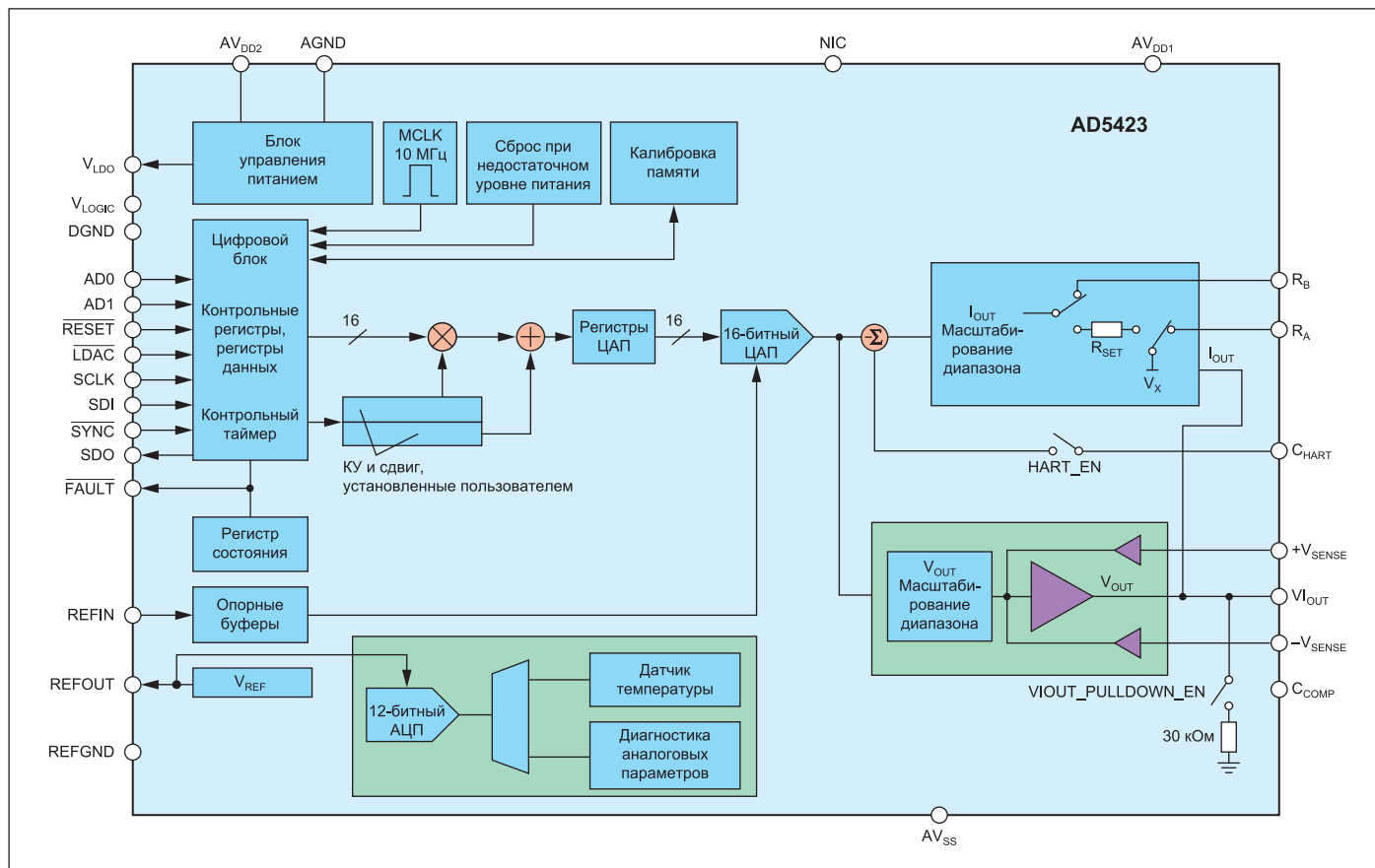


Рис. 3. Внутренняя структура ЦАП AD5423

В режиме сбоя внутренние ключи ADG5401F разомкнуты, что предотвращает движение электрического тока в сторону выхода ЦАП и в систему электропитания схемы. Таким образом, токи перегрузки блокируются, а энергопотребление в режиме сбоя минимизируется. Данная функция позволяет упростить схему защиты и избежать использования дополнительных токоограничивающих резисторов, которые могут влиять на точность в рабочих режимах схемы.

Дополнительно в ADG5401F встроен ключ для обеспечения функции предотвращения обрыва обратной связи. В случае детектирования перегрузки по выходу напряжения или тока ADG5401F перейдет в режим защиты от перегрузки и его внутренние ключи будут разомкнуты. В то же самое время замыкается ключ между входами D и DFB внутри ADG5401F, что сохраняет петлю обратной связи ЦАП в рабочем режиме и предотвращает переход выходных каскадов ЦАП в насыщение.

В документации на ADG5401F описана методика защиты от стандартных воздействий по IEC 61000-4-2 (статический разряд), IEC 61000-4-4 (быстрые переходные процессы, БПП, EFT), IEC 61000-4-5 (выброс напряжения холостого хода, surge). Для реализации такой схемы необходимо использовать внешние сопротивления и супрессор, схема представлена на рис. 2. Резисторы необходимо установить внутри обратной связи

Таблица. Уровни высоковольтной защиты в схеме с использованием ADG5401F

Тип воздействия по IEC 61000	Уровень защиты, кВ
Контактная статика по IEC 61000-4-2	±6
Быстрый переходный процесс, БПП (EFT) по IEC 61000-4-4	±4
Выброс НХХ по IEC 61000-4-5	±4

для минимизации воздействия на точность системы. Уровни защиты от воздействий, достигнутые в схеме с применением ключа ADG5401F, представлены в таблице.

### Диагностика

В AD5423 встроен 12-битный диагностический АЦП, который предоставляет телеметрические данные по текущим состояниям напряжений питания, «земли», температуры кристалла ЦАП и источников опорного напряжения (рис. 3).

Встроенные регистры диагностики сигнализируют о различных возможных режимах перегрузки, а также имеется регистр общей ошибки FAULT. В режиме выхода по напряжению обеспечивается мониторинг короткого замыкания, тогда как в режиме выхода по току — детектирование размыкания цепи. AD5423 выполняет контроль циклическим избыточным кодом (cyclic redundancy check,

CRC) получаемых данных и устанавливает флаг общей ошибки в случае, если текущий полученный пакет данных оказывается неверным. Предусмотрен также контроль температуры нагрева кристалла, флаг ошибки устанавливается в случае превышения заранее запрограммированного порога.

### Выводы

При совместном использовании ADG5401F и AD5423 обеспечивается точность и надежность схемы аналогового выхода, необходимые для решения современных задач промышленной автоматизации. AD5423 формирует напряжения и токи с высокой точностью для управления исполнительными устройствами, тогда как ADG5401F создает надежную защиту при минимальной вносимой ошибке установления аналоговых сигналов. ■

### Литература

- [www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/adg5401f.pdf](http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/adg5401f.pdf)
- [www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD5423.pdf](http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD5423.pdf)
- Пирк Т. Когда хорошо работающая электроника вдруг выходит из строя, или как защитить ее аналоговые входные каскады. Сб. «Электромагнитная совместимость в электронике». 2019.