

СЧЕТВЕРЕННЫЕ 16-РАЗРЯДНЫЕ ЦАП ДЛЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ *

В статье рассмотрены преимущества применения 4-канальных 16-разрядных ЦАП в программируемых логических контроллерах.

К. Слаттери

QUAD 16-BIT VOLTAGE/CURRENT-OUTPUT DACs SAVE SPACE, COST, AND POWER IN MULTICHANNEL PLCs

Abstract - The article explains the challenges of designing programmable logic controllers based on 4-channel, 16-bit DACs.

C. Slattery

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) используются в системах управления для обработки входных сигналов и выработки управляющих воздействий в реальном масштабе времени. Они работают как с аналоговыми, так и цифровыми входными/выходными сигналами. Связь между ПЛК, а также ПЛК с центральным компьютером осуществляется через промышленную сеть Ethernet, а с устройствами нижнего уровня – через сеть типа Fieldbus.

Современные распределенные системы управления считывают информацию с сотен, а в ряде случаев тысяч и более сенсоров и управляют большим числом исполнительных механизмов. Увеличение числа каналов, которые выполнены в виде токовой петли с диапазоном токов от 4 до 20 мА, может привести к значительному росту температуры в зоне расположения исполнительных механизмов. Поэтому при проектировании таких систем управления разработчики стремятся уменьшить их потребление и увеличить КПД, что способствует уменьшению стоимости системы в целом.

Одним из путей решения этой проблемы, как показано ниже, является использование высокоинтегрированных многоканальных ЦАП типа AD5755.

Структура типовой трехуровневой АСУ приведена на рис. 1. В недалеком прошлом распределенные ПЛК объединялись в системы с помощью сетей типа Modbus, PROFIBUS или Fieldbus. Сегодня получает развитие сеть типа PROFINET (относится к промышленной сети Ethernet), которая обеспечивает обмен данными между Ethernet-ориентированными устройствами.

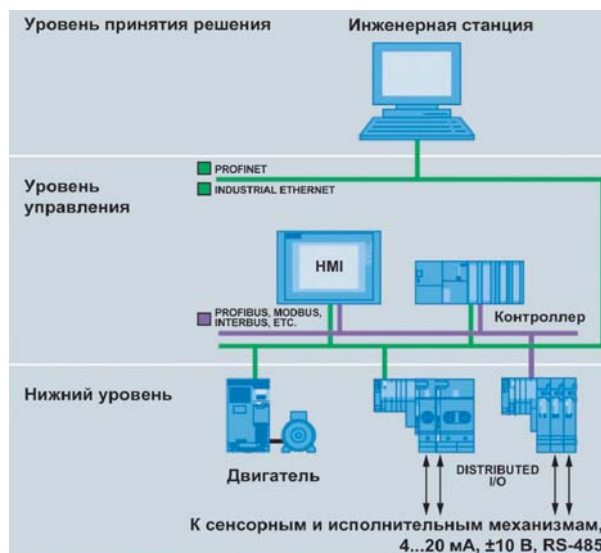


Рис. 1. Структура трехуровневой АСУ

Преимущества сети PROFINET:

- высокая скорость обмена данными от 9.6 кбит/с (через интерфейс RS-232) до 1 Гбит/с
- увеличение расстояния между разнесенными в пространстве контроллерами и другими устройствами
- использование оптических каналов обмена данными, имеющих меньшую стоимость, чем проводные каналы связи
- возможность использования многоузловой структуры связи (интерфейс RS-485).

На полевом уровне (field level, рис. 1), на котором находятся датчики, исполнительные механизмы, двигатели и встроенные в них контроллеры, используются шины: DeviceNet™, CAN, InterBus, а также ранее упомя-

* Slattery C. Quad 16-Bit Voltage-/Current-Output DACs Save Space, Cost, and Power in Multichannel PLCs // Analog Dialogue, 44-07, July 2010 (www.analog.com/analogdialogue). Сокращенный перевод и комментарии В. Романова.



Рис. 2. Внешний вид I/O-модулей

нутые PROFIBUS и Fieldbus. ПЛК, как было отмечено, считывают информацию с сенсоров и управляют исполнительными механизмами. Ядро ПЛК содержит процессор с разрядностью от 8 до 32 бит и производительностью до 100 MIPS (на тесте Dhrystone – программа для оценки общей производительности процессора или компьютера).

Внешний вид миниатюрных 8-канальных модулей ввода/вывода аналоговых сигналов с мощностью потребления до 5 Вт показан на рис. 2. Входом/выходом таких модулей является токовая петля с диапазоном токов от 4 до 20 мА. Преимуществом токовой петли является достаточно высокая точность передачи сигнала, которая мало зависит от провалов напряжения питания. Снижение тока в этой петле до 3 мА свидетельствует о появлении неисправности, 0 мА говорит о разрыве токовой петли. Таким образом организованы системы для измерения давления, температуры, расхода жидкости или газа, рабочей величины pH и других физических величин, используемых для формирования управляющих сигналов исполнительных механизмов. Для преобразования тока в напряжение достаточно в цепь токовой петли включить резистор. Если в петлю включено несколько устройств, целесообразно предусмотреть гальваническую изоляцию каждого из них.

На рис. 3 показан фрагмент системы управления, в которой один канал представляет собой токовую петлю с диапазоном токов от 4 до 20 мА. ЦАП в ней управляет исполнительным механизмом, причем сопротивление резистора в цепи нагрузки – 1 кОм (рис. 3) говорит о максимальной величине напряжения на исполнительном механизме. Если ток в петле имеет

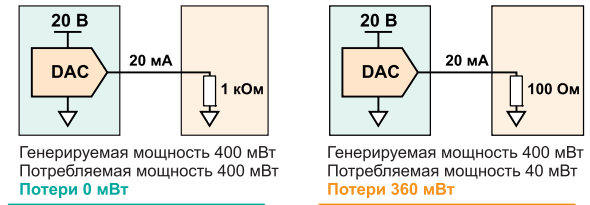


Рис. 3. Потери мощности в канале управления

максимальное значение 20 мА, то падение напряжения на этом резисторе составит 20 В, а мощность рассеяния – 400 мВт. Если сопротивление исполнительного механизма в токовой петле снизить до 100 Ом, мощность рассеяния уменьшится до 40 мВт. Чем больше число каналов имеет система управления, тем больше ее мощность рассеяния. Для снижения влияния мощности рассеяния на работоспособность системы управления можно увеличить ее размеры или использовать принудительный отвод тепла. Однако эту проблему можно решить и путем динамического управления уровнем напряжения источника питания при изменении сопротивления нагрузки исполнительного механизма или величины тока в токовой петле, как показано на рис. 4. Монитор выходного напряжения ЦАП может управлять повышающим DC/DC-преобразователем. Такое динамическое управление уровнем напряжения питания можно реализовать, используя в системе управления ЦАП AD5755, который имеет выход как по току, так и по напряжению. Число каналов ЦАП равно четырем, разрядность составляет 16 бит, входной регистр – последовательный. Учитывая то, что все каналы этого ЦАП автономны и в каждом из них имеется DC/DC-преобразователь, достаточно просто обеспечить динамическое управление уровнем напряжения питания каждого из них.

Упрощенная схема одного канала ЦАП с таким управлением приведена на рис. 5.

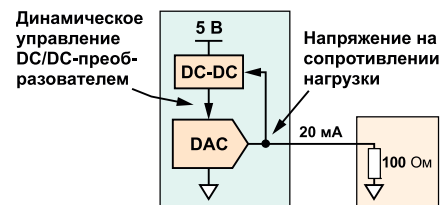


Рис. 4. Принцип динамического управления уровнем напряжения питания

AD5755 – счетверенный ЦАП с выходом по току и напряжению. Напряжение питания ЦАП от -26 до 33 В. В нем обеспечено встроенное динамическое управление выходным напряжением встроенного DC/DC-преобразователя, что позволяет снизить рассеиваемую преобразователем мощность при изменении сопротивления нагрузки. Диапазон регулируемых напряжений от 7 до 30 В. AD5755 имеет трехпроводный последовательный интерфейс с максимальной тактовой частотой 30 МГц, совместимый со стандартными интерфейсами SPI, QSPI, MICROWIDE, DSP и др. Кроме основных функций интерфейс преобразователя обеспечивает проверку правильности выполнения управляющей программы (для этого ЦАП содержит встроенный сторожевой таймер) и контроль правильности обмена данными (встроенную функцию Packet Error-Checking).

AD5755 имеет разрешение 16 бит и соответствующую этому разрешению монотонность выходного напряжения или тока. ЦАП содержит встроенные узлы диагностики обрывов и КЗ, регулирования смещения выходной шкалы, позволяет программировать диапазоны выходных токов и напряжений. В нем имеется опорный источник с ТКН 5 ppm/°C. Диапазон рабочих температур от -40 до 105 °C.

Подробную информацию о ЦАП AD5755 можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/pr/AD5755.

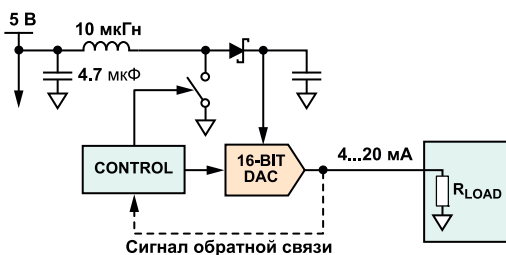


Рис. 5. Динамическое управление DC/DC-преобразователем в ЦАП AD5755

На рис. 6 показаны графики зависимости рассеиваемой мощности 4-канального ЦАП от величины тока в токовой петле при динамическом управлении уровнем напряжения питания и без него. Как видно из рис. 6, в первом случае максимальная мощность рассеяния ЦАП составляет чуть более 50 мВт при выходном токе 24 мА, а во втором – 400 мВт.

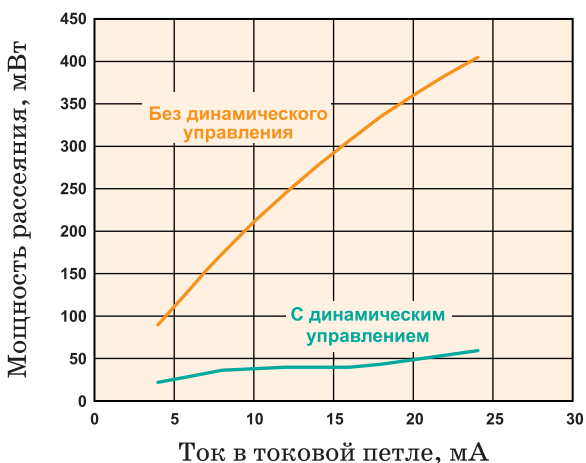


Рис. 6. Зависимость мощности рассеяния в нагрузке от величины тока в токовой петле

В системах управления важно контролировать сбои и ошибки в каждом из каналов. ЦАП AD5755 содержит соответствующие узлы диагностики. В нем имеется сторожевой таймер (рис. 7) с программируемыми временными интервалами и возможностью сигнализации о сбое в канале управления через последовательный интерфейс. Выход ALERT, предназначенный для сигнализации о сбое в канале управления, можно подключать ко входу CLEAR, по которому ЦАП переводится в исходное (безопасное) состояние. В ЦАП AD5755 предусмотрена возможность проверки правильности входного кода, поступающего с выхода микроконтроллера (MCU), так как в распределенных системах из-за удаленности ЦАП от контроллера в шине передачи данных может произойти изменение кода управляющего слова под влиянием электромагнитных помех. Наличие в ЦАП узла, реализующего PEC-функцию (Packet Error-Checking), позволяет программно установить сбои в коде управляющего слова. Кроме того, в ЦАП AD5755 имеется защита от КЗ, ограничивающая рост выходного тока преобразователя. ЦАП, кроме того, через последовательный интерфейс информирует пользователя о КЗ.

В ЦАП AD5755 предусмотрено программирование диапазонов выходных напряжений

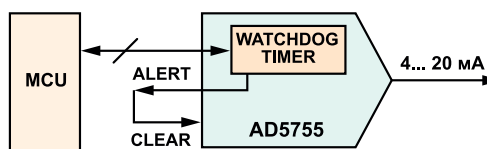


Рис. 7. Использование сторожевого таймера при сбое в канале управления

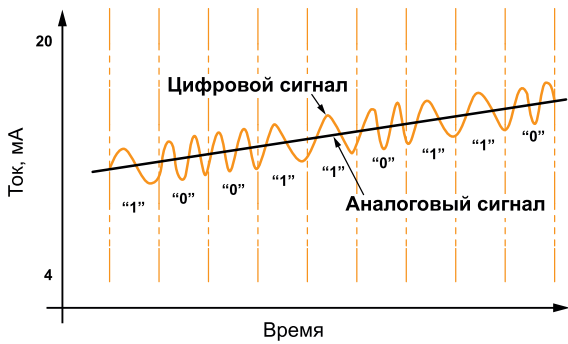


Рис. 8. Частотное представление логических сигналов в HART-стандарте

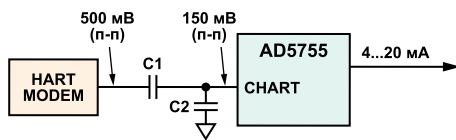


Рис. 9. Сопряжение HART-модема с ЦАП AD5755

(0...5, 0...10, ±5, ±10, ±12 В) и токов (4...20, 0...24, 0...20 мА). Кроме того, пользователь может программировать смещение средней точки выходного диапазона ЦАП.

В последнее время в качестве исполнительных механизмов получили распространение устройства, которые могут управляться частотными сигналами (HART-стандарт), причем в качестве

линии связи используется обычная токовая петля. HART-стандарт (Highway-Addressable Remote Transducer) основан на использовании частотных кодовых сигналов. Так, например, для сигнала логической единицы используется частота 1200 Гц, а для логического нуля – 2200 Гц, как показано на рис. 8. HART-модем может быть легко подключен к ЦАП AD5755 (рис. 9).

Типовая схема включения ЦАП AD5755 приведена на рис. 10.

ВЫВОДЫ

1. В многоканальных системах управления с большим числом исполнительных механизмов для уменьшения мощности рассеяния целесообразно использовать динамическое управление уровнями напряжения питания цифро-аналоговых преобразователей.

2. Цепи динамического управления уровнем напряжения питания встроены в ИМС многоканального ЦАП AD5755.

3. Кроме того, ЦАП AD5755 имеет узлы диагностики обрывов и КЗ в каналах управления, сбоев управляющего слова, а также контролирует временной интервал исполнения управляющих функций.

4. В ЦАП AD5755 имеется возможность формирования частотных управляющих сигналов в HART-стандарте.

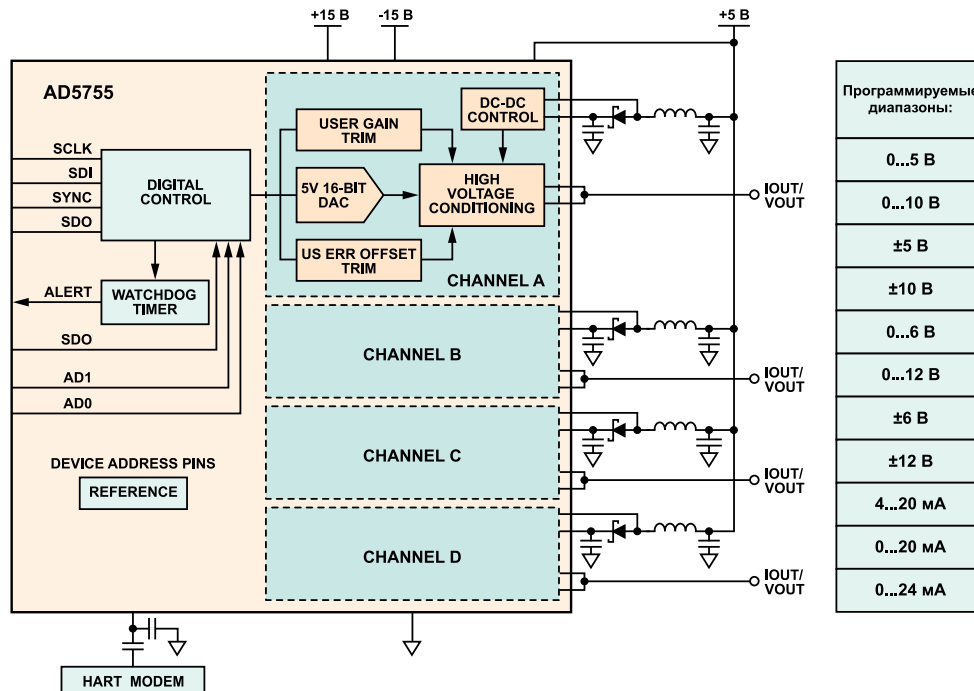


Рис. 10. Типовая схема включения ЦАП AD5755