

Датчики магнитного поля. Новые применения и технологии измерения движения и тока

Светлана СЫСОЕВА
Dr.Gold@sysoeva.com

В статье представлен обзор обновлений компонентной базы интегральных датчиков магнитного поля, разработанных в последнее время. Дана общая информация о ключевых применениях (назначении и рынках сбыта), технологиях, отличительных технических характеристиках микросхем и модулей ведущих производителей датчиков.

Введение

Датчики магнитного поля традиционно используются для измерения скорости и положения подвижных объектов, тока, в качестве бесконтактных переключателей и магнитных компасов. Физические эффекты, на основе которых производятся измерения, объединяют эффекты Холла, АМР (анизотропного магнитосопротивления), ГМР (гигантского магнитосопротивления) и ряд других. Ключевые применения технологий интегральных датчиков магнитного поля несколько лет тому назад были сконцентрированы в автоэлектронике (датчики скорости и положения различных роторов, переключатели положения сидений или электрических бесколлекторных двигателей). Автомобильный рынок отличается массовостью и высокими требованиями в отношении надежности и точности, которые предъявляются к спецификациям микросхем. Стремление производителей добиться соответствия автомобильным спецификациям накладывало отпечаток и на промышленные, медицинские применения, в которых могли использоваться те же датчики, что и разработанные для автомобильных систем, но со сниженными признаками (набором признаков).

Сегодня датчики магнитного поля все более уверенно проникают в мобильный мир и в другие сегменты — от low-end до high-end, где формируется потребность в осуществлении пользовательского интерфейса, бесконтактном включении/выключении и выборе функций. В отличие от механических переключателей, бесконтактная технология эффекта Холла дает надежное решение с высоким сроком службы. Интегральные переключатели Холла являются оптимальной альтернативой механическим переключателям, так как при высокой степени функциональной интеграции отличаются малыми размерами корпусов, малой потребляемой

мощностью и поэтому находят широкое применение в портативной электронике.

Производители магнитных датчиков реагируют на потребности рынка и предлагают как недорогие переключатели, так и специализированные магнитные энкодеры для осуществления пользовательского интерфейса. В целом об этом применении можно сказать, что для него нужны менее дорогие микросхемы, чем те, что работают в жесткой среде, выполняя функции автоматического управления. Но в связи со спецификой задач осуществления интерфейса разрабатываются новые алгоритмы и микросхемы, поэтому с технологической точки зрения именно пользовательский интерфейс является тем ведущим применением, которое позволяет наблюдать эволюционные изменения технологического плана. Можно сказать, что именно кнопки и джойстики подвели технологии эффекта Холла к 2D-навигации и 3D-измерениям.

Автомобилестроение, промышленность, медицина и потребительская электроника — все это рынки, непрерывно формирующие потребность в электронных системах, бесконтактных переключателях и датчиках, более усовершенствованных и менее дорогих. Интегральные датчики предлагаются в виде автономных компонентов и модулей, но могут быть использованы в мультисенсорных комбинациях.

Отдельно стоит обратить внимание читателей на новые предложения датчиков Холла для контроля тока батарейных систем, расширяющихся на всех сегментах рынков — от автомобильных и потребительских до систем летательных аппаратов.

Обзор компонентов, представленный автором, показывает, что в развитии компонентной базы выделяются следующие тенденции:

- недорогие переключатели для мобильных телефонов;
- специализированные энкодеры для джойстиков;

- энкодеры со встроенными функциями энергосбережения;
- специализированные автомобильные ИС;
- датчики с расчетом на применения на различных рынках;
- датчики тока для контроля батарейных систем.

Актуальные применения датчиков Холла в сотовых телефонах и другой потребительской электронике

Сотовые телефоны и другая потребительская электроника формируют высокообъемные сегменты рынка, в которых требуются интегральные датчики в малых корпусах, отличающиеся при высокой функциональности и степени интеграции малым потреблением мощности, высокой надежностью и низкой ценой. Датчики Холла отвечают всем требованиям, и для их функционирования нужен только малый магнит.

В потребительской электронике датчики Холла необходимы для создания пользовательского интерфейса, они информируют систему о механических действиях или намерениях пользователя. Эти датчики также подходят для реализации других интеллектуальных признаков устройства:

- включение/выключение/перевод в режимы сна и ожидания;
- поворот экрана;
- выбор и контроль функций;
- контроль линз камер;
- контроль положения в системах с замкнутым циклом (зуммирование, автофокусировка и другие).

Любой датчик Холла позволяет упрощать конструкцию с функцией переключения и повышать ее надежность.

В портативных компьютерах или сотовых телефонах в складном исполнении с целью сбережения мощности индикация открытого или закрытого положения используется для

схемы перевода в ждущий режим (Standby) и последующего включения. Некоторые модели телефонов имеют скользящий механизм, линейное движение которого открывает дисплей или клавиатуру: устройство автоматически выходит из ждущего режима, в котором оно пребывает в закрытом состоянии.

Для осуществления бесконтактного переключения в подобных системах обычно используется униполярный датчик Холла, который в том случае, если обнаруживает присутствие или отсутствие магнитного поля достаточной для срабатывания величины, выводит цифровой сигнал ON/OFF. Униполярный датчик Холла потребует соответствующей полярности и правильной ориентации магнита.

Большинство униполярных датчиков чувствительны к южному полюсу, но имеются устройства, чувствительные и к северному полюсу. Помимо униполярных датчиков, в подобных системах могут применяться омниполярные ключи, способные обнаруживать магнитное поле любой полярности. Обычно униполярные датчики потребляют меньше мощности, а омниполярные устройства будут работать безотносительно ориентации магнита.

Омниполярные переключатели Холла с двойными выходами делают возможным контроль ориентации экранов (портретный или ландшафтный разворот) или выполняют другие функции. Экранные опоры позволяют поворачивать переднюю и заднюю поверхности дисплея телефона или другого устройства для его лучшего обозрения, а омниполярный датчик Холла нужен для обнаружения магнитного поля той или иной полярности, что позволяет однозначно идентифицировать полярность.

Увеличивающаяся популярность в multifunctionальных сотовых телефонах приобретает колесо прокрутки или трэкбол (track ball) — как компонент, осуществляющий пользовательский интерфейс с человеком (human interface). Пользователю предоставляется возможность прокручивать список, увеличивать или снижать громкость, осуществлять выбор. Датчики магнитного поля нечувствительны к загрязнениям и пыли. Другие технологии (емкостные, резистивные, оптические) также подходят для подобных применений, но с помощью эффекта Холла можно создать весьма недорогое решение.

Простым примером реализации функциональности такого рода может стать система из двух биполярных или защелкивающих ИС Холла с магнитным колесиком, состоящим из последовательности двух чередующихся южных и северных полюсов.

Две ИС Холла могут определять скорость и направление вращения — по часовой стрелке или против нее. Более сложные системы распознают движение вверх-вниз, вправо-влево. Для них потребуется четыре датчика Холла.

Вся линейка датчиков Холла компании ROHM Semiconductor сейчас ориентирована на рынок недорогой потребительской электроники [1]. Но идеи применения переключателей Холла как датчиков открытия/закрытия крышек, кнопок, дверей далеко не новы. Аналогичные решения можно получить на основе компонентов и других фирм (Allegro, Micronas, Honeywell, Infineon, Melexis, Optek). Но большинство ведущих производителей, наоборот, в прошлые годы были ориентированы, как правило, на автомобильный рынок, и специалисты ROHM считают, что в будущем датчики Холла этой компании будут применяться и в автомобилестроении. Поэтому при выборе микросхем необходимо учитывать, что в том случае, когда микросхемы отличаются повышенной устойчивостью к воздействию дестабилизирующих факторов, например температуре, это отражается и на их цене. Для недорогих систем многие производители специально разрабатывают решения со сниженным набором признаков программирования и рабочих температур (пример — HAL 1xy Micronas).

Для более продвинутого пользовательского интерфейса разработаны варианты использования специализированных магнитных энкодеров Холла, например, компании austriamicrosystems или Melexis предлагают энкодеры для джойстиков, контроля линз, автофокусировки и выполнения других функций. Энкодеры Холла позволяют осуществлять не только бесконтактное переключение, но и 1D, 2D и 3D навигацию с высоким разрешением. При этом цена некоторых из них — менее \$1 в больших объемах. Магниторезистивные эффекты (эффект Гаусса, АМР, ГМР) также могут найти применение в потребительской электронике, но для многих из магниторезистивных ИС требуются большие по размеру магниты и большие расстояния детектирования.

Технология эффекта Холла ROHM

ИС Холла компании ROHM представляют собой один монолитный кремниевый кристалл, встроенный в схему, выполняющую дополнительные функции и осуществляющую интерфейс. Переключатели Холла ROHM используют логику CMOS push-pull. CMOS-логика потребляет меньше мощности в сравнении с аналоговым выходом. Для большинства стандартных ключей Холла с FET-выходом требуется внешний резистор pull up, но в микросхемах ROHM необходимость в этом резисторе устранена, так что CMOS-выход подключается прямо к микроконтроллеру. На рис. 1а представлен элемент Холла со схемой, общей для всех ROHM Hall IC, включающей таймированную логику (SW), динамическую отмену смещений, усиление, схему выборки и хранения (sample and hold), компаратор, осциллятор, защелку и push-pull выход.

Диапазон напряжения питания ИС Холла — порядка 1,65–3,3 В. Схема выборки и хранения (Sample and hold) снижает потребление мощности в батарейных приложениях. ROHM Hall ICs характеризуются периодом выборки порядка 50 мс. Как показано на рис. 1б, устройство пробуждается для выборки в течение 48 мкс и вновь переводится в режим ожидания (Standby). В результате типичный рабочий ток составляет только 8 мкА при напряжении питания порядка 2,7 В, он понижается до 5 мкА при напряжении питания в 1,8 В. Биполярные ИС Холла, которые разработаны для колес прокрутки или трэкболов, работают намного более быстро, их период выборки — порядка 0,5 мс (BU52040HFV).

Дизайн сенсорного элемента и схема ИС характеризуются достаточно высокой электростатической защитой (до 8 кВт, НВМ). Рабочий температурный диапазон, в котором специфицирована стабильная работа датчиков, составляет –40... 85 °С. Многие модели отличаются высокой чувствительностью и срабатывают (имеется в виду точка срабатывания ключа) на 3,7 мТл (3 мТл — для 1,8 В). Метод динамической отмены смещений исключает дифференциал в мосте элемента Холла, что повышает точность, а гистерезис на компараторе повышает устойчивость к шумам.

CSP-корпус ROHM VCSP50L1 имеет площадь монтажа всего 1,1×1,1 мм², корпус для поверхностного монтажа характеризуется фут-принтом со сторонами в 1,6 мм (рис. 1в).

Подробную информацию о линейке переключателей Холла компании ROHM можно найти на странице [2].

2D и 3D магнитные энкодеры austriamicrosystems — для применений HI и других систем

Идея применения магнитных энкодеров для пользовательского интерфейса также далеко не нова — идет ли речь о потребительских устройствах (Human Interface) или об интерфейсе человек-машина (Human-Machine Interface, HMI). Компании austriamicrosystems и Melexis предлагали энкодеры джойстиков уже несколько лет назад, но сейчас austriamicrosystems разработала более адаптированные и менее дорогие решения.

Магнитный энкодер EasyPoint AS5013 austriamicrosystems

Магнитный энкодер Холла AS5013 — это новая смарт-микросхема компании austriamicrosystems, она разработана специально для модулей джойстиков сотовых телефонов и других ручных устройств. Микросхема отличается малым энергопотреблением и высокой степенью интеграции специальных алгоритмов обработки данных пользовательского интерфейса.

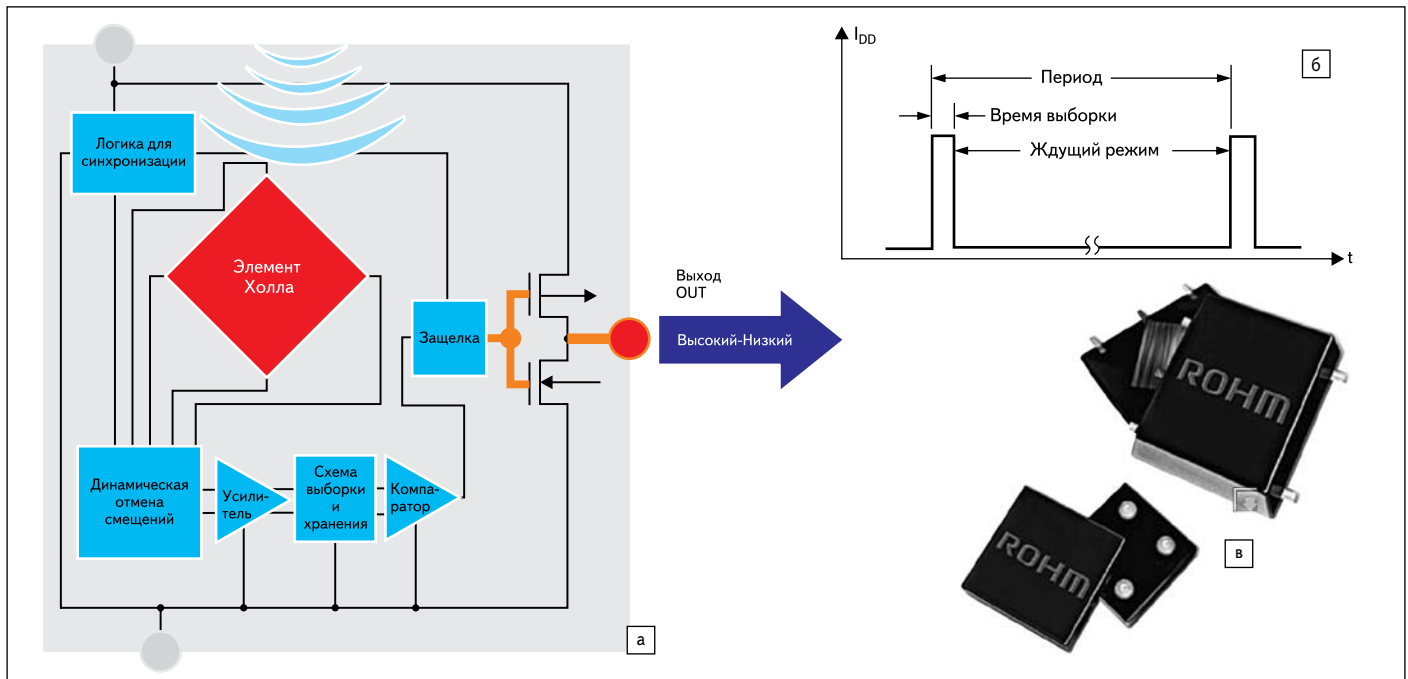


Рис. 1. Технология датчиков Холла ROHM:

а) блок-диаграмма датчиков Холла ROHM;

б) типичное время выборки — порядка 48 мкс в течение периода 50 мс, снижающее ток потребления до 8 мкА или даже до 5 мкА;

в) датчики Холла ROHM в корпусе поверхностного монтажа HVSOF5 с фут-принтом 1,6×1,6 мм и в меньшем CSP-корпусе VCSP50L1 со стороны квадрата 1,1 мм

Согласно замыслу разработчиков, датчик включает интегральный обрабатывающий блок сигналов пользовательского интерфейса, что позволяет освободить центральный сигнальный процессор.

Число элементов Холла, встроенных в состав однокристалльной микросхемы, — пять. Вместе они позволяют отслеживать боковые перемещения джойстика до ± 2 мм. В состав микросхемы входит высокоразрешающий АЦП и вычислительная машина (engine), выполняющая функции детектирования движения и координирования XY, а также смарт-контроллер управления питанием (рис. 2а, б).

Координаты XY и информация о магнитном поле передается к центральному процессору через I²C-интерфейс.

Микросхема поставляется в 16-выводных корпусах QFN с размерами 4×4×0,55 мм, рабочий температурный диапазон — от -20 до $+80$ °C. Цена устройства — менее \$3.

Магнитный энкодер AS5013 — уже второй представитель семейства AS501x, на основе которого построена модульная концепция EasyPoint. Полный список разработанных модулей представлен на странице [3]. Концепция EasyPoint обобщает современные мето-

ды бесконтактного измерения движения магнита и их применение в устройствах ручного ввода.

Все в одном (All in One) 3D датчике Холла. HallinOne AS540x

В ноябре 2010 года компания austriamicrosystems объявила о выпуске серии AS540x на основе двух дифференциальных пиксельных ячеек (pixel-cells). Энкодеры этой серии получили название 3D HallinOne, что символизирует собой расширенную функциональность детектирования по всем трем осям (рис. 2в). Применения, на которые рассчитаны так называемые 3D-энкодеры Холла, объединяют как линейные, так и угловые, в том числе осевые (on-axis) и внеосевые (off-axis) измерения, а также детектирование наклонов по всем 3 осям. Энкодеры этой серии предназначены повысить качество измерений промышленных и автомобильных систем, а также мультиосевых джойстиков.

Датчики серии AS540x были разработаны austriamicrosystems в кооперации с институтом IIS интегральных схем имени Фраунгофера (Германия), создателем технологии HallinOne и держателем лицензии.

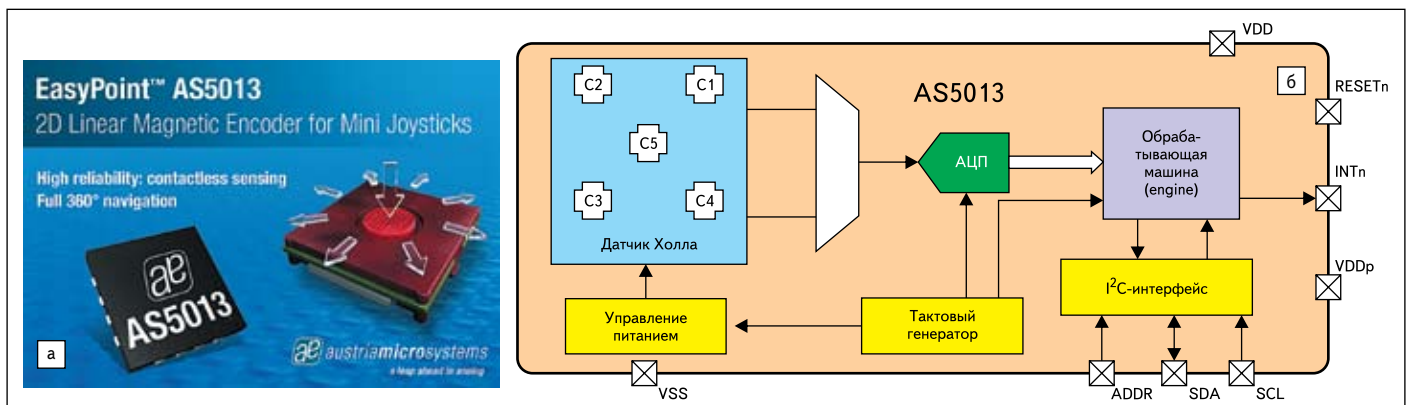


Рис. 2. Новые энкодеры Холла austriamicrosystems:

а, б) 2D магнитный энкодер EasyPoint AS5013 для устройств ручного ввода с батарейным питанием: а) типичная схема применения; б) функциональная диаграмма

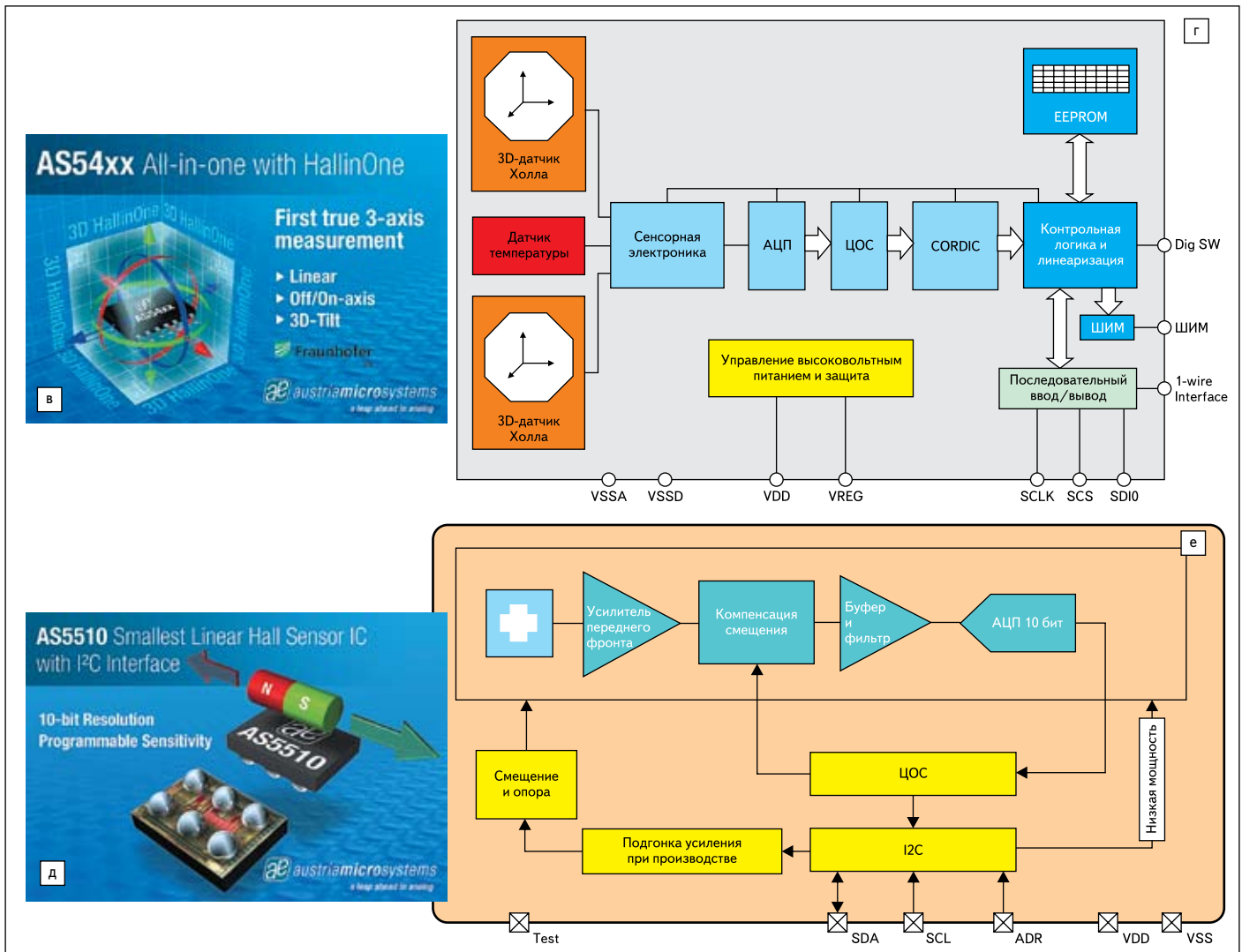


Рис. 2. Новые энкодеры Холла austriamicrosystems:

в, г) 3D энкодеры Холла HallinOne AS540x: в) иллюстрация применения; г) функциональная диаграмма;

д, е) линейный энкодер Холла AS5510 — самый маленький и недорогой линейный энкодер для мобильных устройств: д) иллюстрация применения; е) функциональная диаграмма

Как и другие представители линейки энкодеров austriamicrosystems, новые микросхемы работают с использованием простого двухполюсного магнита. Дифференциальный режим предназначен для обеспечения гарантии удаления влияния внешних магнитных полей и, как следствие, более точных и надежных измерений. Новые микросхемы оснащаются перепрограммируемой памятью EEPROM — для достижения большей функциональности при конфигурировании выхода и линеаризации (до 33 точек) (рис. 2г).

Информация о положении магнита снимается с SPI-интерфейса модуля, для удаленных систем предназначен интерфейс ШИМ. Рабочий температурный диапазон серии AS540x — от -40 до $+150$ °C — подходит для автомобильных систем. Запланировано, что микросхемы семейства AS540x будут выпускаться в бессвинцовом корпусе TSSOP. Допустимый диапазон входных напряжений — до 18 В в автомобильных системах и 3 В в промышленных системах.

По словам разработчиков, мощь новой технологии состоит в истинно трехмерных (3D) измерениях компонентов магнитного поля, для чего применяются точно калиброванные боковые и вертикальные сенсоры Холла в двух дифференциальных пиксельных ячейках. Диапазон детектирования абсолютного линейного положения расширен до 40 мм.

Демонстрация технологии 3D HallinOne состоялась на мероприятии Electronica 2010 в ноябре прошлого года, в Германии.

В настоящее время austriamicrosystems разрабатывает портфолио 3D-энкодеров для промышленных и автомобильных применений. Выпуск первого представителя семейства 3D-датчиков Холла AS5401 запланирован на I квартал 2011 года. Ожидается также доступность в ближайшее время образцов автомобильного уровня исполнения с функциональностью диагностики высокого напряжения.

Самый маленький и недорогой линейный энкодер AS5510 для мобильных устройств

AS5510 — 10-битный линейный энкодер компании austriamicrosystems с интерфейсом I²C, разработанный также для детектирования перемещений двухполюсного магнита, но в линейном или внеосевом варианте (рис. 2д). Применения, на которые рассчитан датчик, включают камеры сотовых телефонов и ряд других.

Боковой ход стандартного магнита в 0,5–2 мм может быть измерен с воздушным зазором порядка 1 мм. В зависимости от размера магнита эти показатели могут быть выше. Чувствительность программируется на 4 различных диапазонах.

Для сбережения мощности AS5510 может выключаться, если не используется. Благодаря тому, что в энкодер встроен АЦП, датчик напрямую подключается к микроконтроллеру (рис. 2е).

Микросхема поставляется в корпусе WLCSP с фут-принтом $1,46 \times 1,1$ мм и квалифицирована производителем для работы

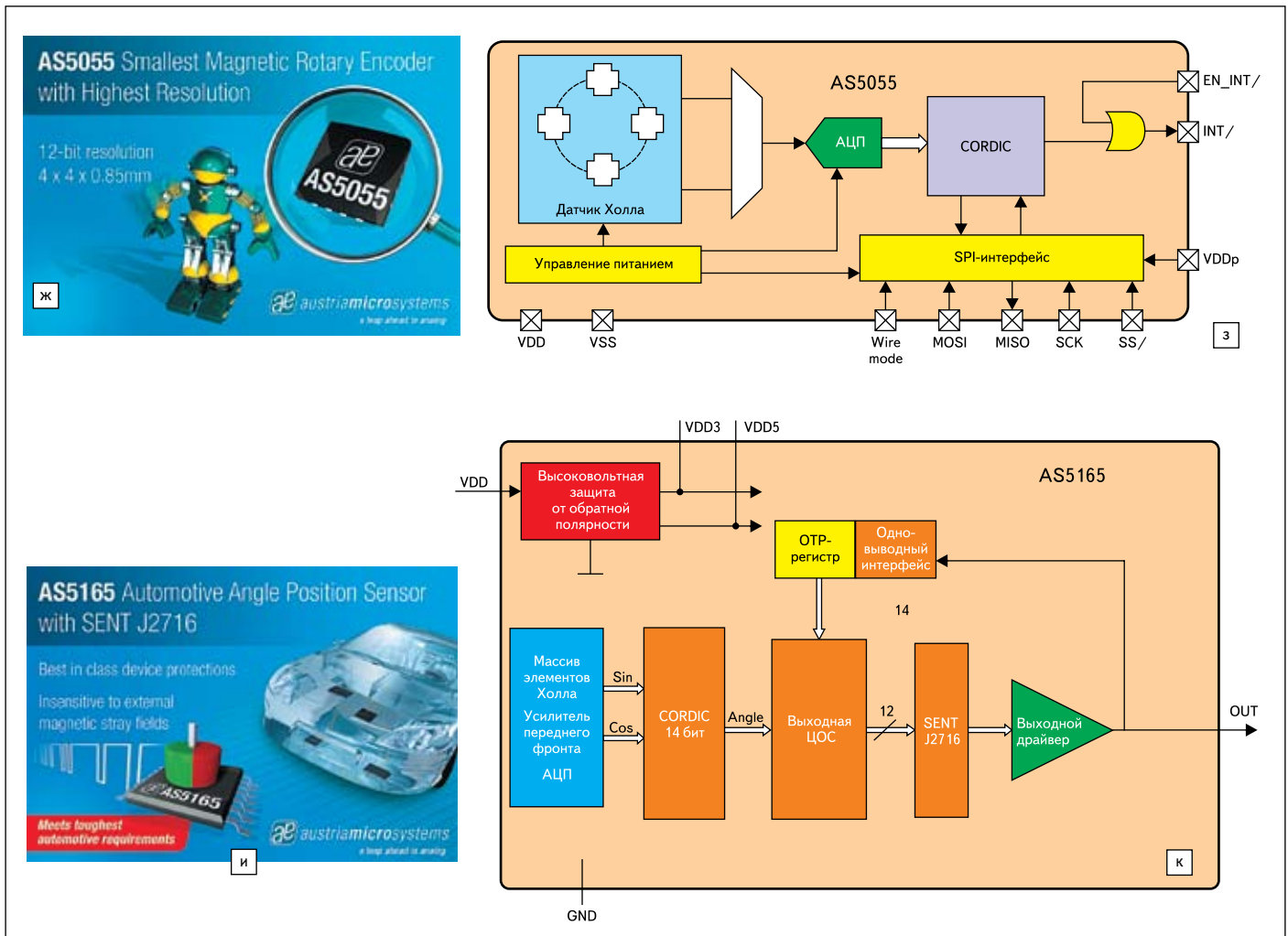


Рис. 2. Новые энкодеры Холла austriamicrosystems:

ж, з) 12-битный угловой энкодер AS5055 для батарейных систем: ж) иллюстрация применения; з) блок-диаграмма;

и, к) угловой энкодер AS5165 автомобильного уровня исполнения с интерфейсом SENT: и) иллюстрация применения; к) функциональная диаграмма

в температурном диапазоне $-30...+85$ °C. Напряжение питания — от 2,5 до 3,6 В. Этот набор характеристик позволяет применять датчик в различных мобильных устройствах. Применения, на которые рассчитан датчик, включают:

- детектирование положения;
 - обратную связь в сервоприводах;
 - контроль линз камер;
 - контроль положения в системах с замкнутым циклом (зуммирование, автофокусировка и другие).
- Цена энкодера в количестве от тысячи штук — всего \$0,64.

Энергосберегающая микросхема-энкодер AS5055

В числе других новинок последних лет компании austriamicrosystems — 12-битный магнитный угловой энкодер AS5055 для батарейных систем (рис. 2ж, з). Это новая однокристалльная микросхема со стандартной функциональностью детектирования углового положения на основе 4 интегрированных элементов Холла с высоко разрешающим АЦП. Отличительные признаки магнитного углового энкодера: низкое напряжение питания и малое энергопотребление, что достигается с помощью встроенного смарт-контроллера управления питанием. Датчик автоматически выключается (power-down) и включается (power-up) по командам центрального процессора. Угловое положение, сигнальные биты тревоги и информация о магнитном поле передаются хост-процессору посредством стандартного SPI-интерфейса датчика. Его напряжение питания (3,3 В) позволяет

рекомендовать устройство к использованию в батарейной робототехнике и других системах, питаемых от батарей.

В зависимости от скорости считывания потребление тока снижено до микроампер, в среднем потребление тока составляет 50 мкА для 10 измерений/с.

AS5055 поставляется в малом 16-выводном корпусе QFN с размерами $4 \times 4 \times 0,85$ мм. Датчик рассчитан на работу в температурном диапазоне $-20...+85$ °C.

Другие энкодеры austriamicrosystems представлены на странице [4].

Новые автомобильные магнитные датчики

Автомобильные применения продолжают оставаться ведущими в технологической эволюции микросхем следующего поколения, они рассчитаны на расширенный рабочий температурный диапазон порядка $-40...+150$ °C. Компании austriamicrosystems, Melexis, Micronas, Allegro MicroSystems и Infineon ориентированы прежде всего на автомобильный рынок, и многие новые предложения компонентов от этих производителей — для этого сегмента рынка.

AS5165 — новые угловые энкодеры компании austriamicrosystems

В числе новинок austriamicrosystems — угловой энкодер AS5165 автомобильного уровня исполнения, к отличительным признакам которого относятся интерфейс SENT и встроенная защита от высоких

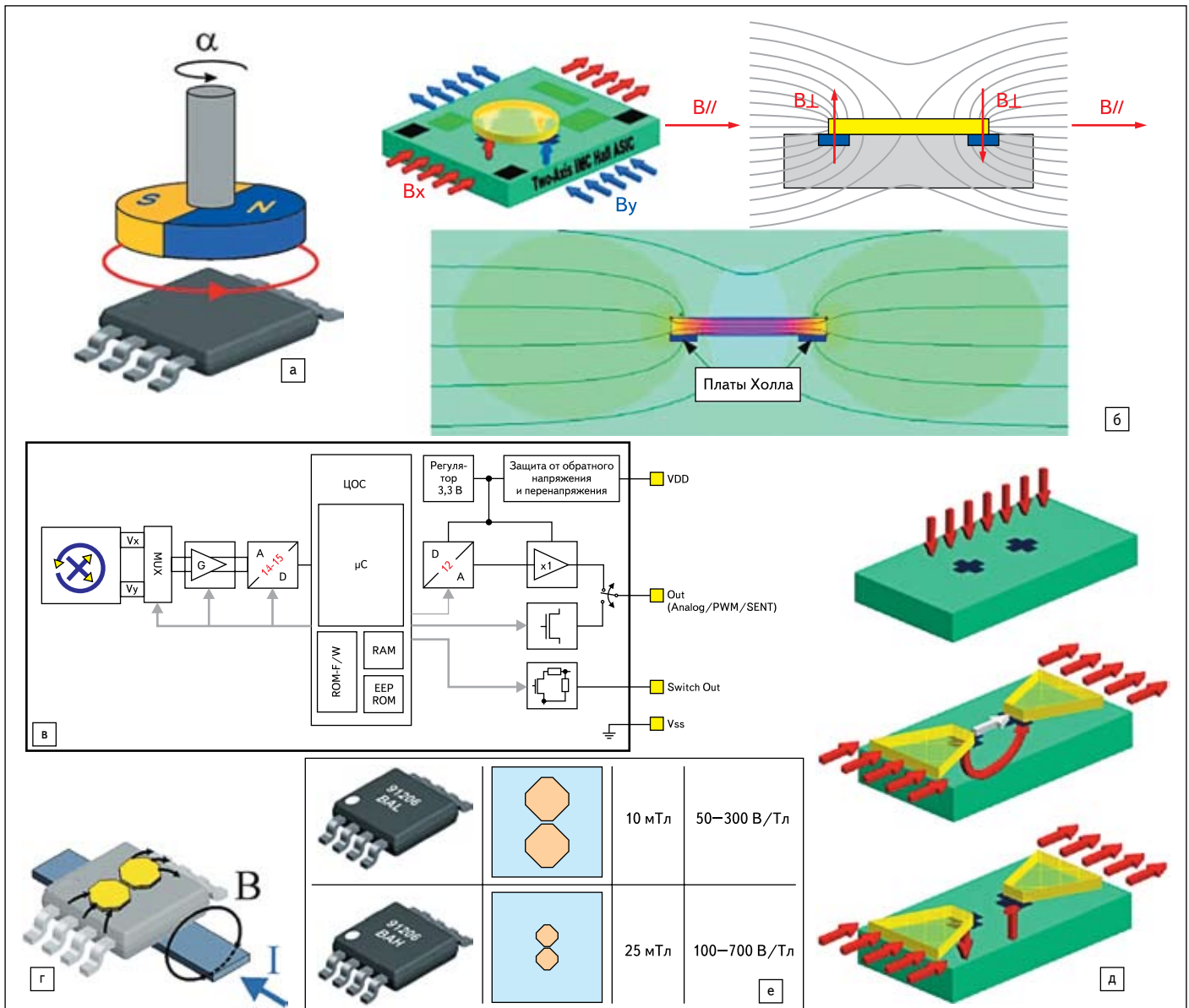


Рис. 3. Применение технологии Triaxis для измерений угла поворота магнита и тока:

а–в) магнитный угловой энкодер MLX90324 Melexis для подкапотных систем (Under-the-Hood);

а) применение MLX90324 для угловых измерений;

б) сенсорный массив на основе технологии Triaxis для двухосевых измерений угла — 4 платы Холла+ИМК;

в) функциональная диаграмма MLX90324;

г) применение технологии Triaxis для измерений тока;

д) сенсорный массив на основе технологии Triaxis для одноосевых измерений магнитного поля тока;

е) сравнение двух версий высокоинтегрированного токового преобразователя MLX91206, рассчитанных на работу с сильными и слабыми полями

напряжений (рис. 2и, к). Метод измерения угла — on-axis, или измерение угла поворота дипольного магнита вокруг его оси посредством микросхемы в корпусе TSSOP14, размещенной выше или ниже магнита и центрированной относительно его оси.

Данные абсолютных угловых измерений доступны посредством выходного интерфейса SENT J2716 (Single Edge Nibble Transmission — SAE-J2716). Разрешение детектирования абсолютного углового положения программируется до $0,022^\circ$, что означает 16 384 положения за вращение.

Датчик питается от 5 В, защита от перенапряжений на входных и выходных выводах — до 27 В. Выводы питания защищены от напряжения обратной полярности до -18 В. Кроме того, обеспечивается непрерывное обнаружение короткого замыкания и оборванных проводов, а дифференциальная архитектура делает датчик нечувствительным к разрушающим внешним магнитным полям.

Магнитный угловой энкодер MLX90324 для подкапотных систем (Under-the-Hood)

В портфолио Melexis также представлен CMOS Triaxis угловой датчик Холла MLX90324, предназначенный для бесконтактного детектирования углов поворота магнита в диапазоне до 360° (полный оборот) (рис. 3а).

Угловые измерения в диапазоне до 360° — это основная особенность методов с применением крестообразного массива элементов Холла, отличающая их от обычных методов квазилинейных измерений угла на основе эффекта Холла [5–9].

Угловые энкодеры Холла от austriamicrosystems, Melexis и им подобные позволяют определять угол поворота магнита, позиционированного выше или ниже микросхемы.

Принципиальное отличие технологии Triaxis Melexis состоит в том, что сенсоры (платы) Холла могут определять истинно па-

параллельные компоненты магнитного поля вместо перпендикулярных, что достигается при введении в микросхему интегрированного магнитоцентрирующего диска (ИМК) (рис. 3б). ИМК концентрирует параллельные компоненты магнитного поля таким образом, что на краях диска они превращаются в перпендикулярные компоненты, которые детектируются двумя парами ортогональных плат Холла, размещенных под ИМК. Два элемента Холла дают дифференциальное синусоидальное отображение вращающегося поля (два синусных сигнала с фазовой разницей в 90°), два ортогональных им элемента дают косинусные дифференциальные сигналы. Сигналы напряжения, полученные после мультиплексирования (V_x & V_y), усиливаются, дискретизируются и оцифровываются (рис. 3в). Угол вычисляется в цифровой форме посредством применения функции арктангенса V_y/V_x и таблиц просмотра.

Первая реализация технологии Triaxis состоялась в 2005 году, когда была выпущена высокоинтегрированная перепрограммируемая микросхема Холла MLX90316, предназначенная для измерения углов поворота дипольного магнита [10].

Новый 12-битный (по разрядности выходной ЦАП ступени) энкодер MLX90324 во многом аналогичен своему предшественнику MLX90316, но этот датчик предназначен для применения под капотом автомобиля (Under-the-Hood), то есть в высокотемпературной рабочей среде (диапазон окружающих температур специфицирован как $-40...+150^\circ\text{C}$).

Целевому назначению микросхемы, квалифицированной согласно AEC-Q100 (grade 0), служат интерфейс SENT, заявленные высокие рабочие характеристики в рабочем температурном диапазоне и высокий срок службы.

Доступны три типа выхода:

- аналоговый;
- ШИМ;
- SENT.

Выходная передаточная характеристика полностью программируема (смещение, усиление, ограничивающие уровни). Датчик поставляется в однокристальном (SOIC8) и двухкристальном (TSSOP16) вариантах (двухкристальная версия отвечает автомобильным требованиям избыточности).

Помимо угловых измерений, компанией были разработаны другие применения для технологии Triaxis. Вслед за выпуском MLX90316 на ее основе был также разработан специализированный 3D-энкодер для джойстиков MLX90333 [11]. Одно из ключевых приложений Triaxis — в бесконтактных системах измерения тока, создающих магнитное поле (рис. 3г, д). MLX90206 — новый высокоинтегрированный токовый преобразователь от Melexis на базе технологии Triaxis, разработанный для широкого круга применений и автомобильных в том числе.

Датчики тока используются и в автомобильной электронике (контроль питающих батарей и схем защиты), и в автомобильной электрике (контроль двигателей и инверторов), в промышленности, сотовых телефонах и солнечных батареях. Ведущие производители датчиков магнитного поля — Melexis, Allegro MicroSystems, Micronas — представили новые компоненты для измерения тока.

Бесконтактный датчик тока на основе ИС Холла с ИМК от Melexis

В конце 2010 года компания Melexis представила программируемый датчик тока MLX91206, это новое применение технологии Triaxis — эффекта Холла с интегрированными магнитоцентрирующими элементами (рис. 3г-е). Новое устройство символизирует собой следующее поколение датчиков тока, потребность в которых сформирована благодаря разработке возобновляемых источников энергии, гибридных и электрических автомобилей.

Идея применения эффекта Холла с ИМК для бесконтактных токовых измерений уже была известна много лет. CSA-IV Sentron — первый известный датчик Холла с ИМК, позволяющий непосредственно измерять ток, текущий во внешнем проводнике, по параллельным составляющим наводимого током магнитного поля. Датчик параллельных компонентов магнитного поля в корпусе интегральной микросхемы может быть размещен непосредственно над дорожкой на печатной плате. Но MLX91206 — это решение более высокого уровня интеграции, соответствующее современным тенденциям, которое позволяет пользователю разрабатывать малые, экономичные и недорогие (с низкой ценой сборки) системы измерения тока.

Так же как CSA-1V и все микросхемы на основе технологии Triaxis, MLX91206 представляет собой гибридную CMOS ASIC с тонким ферромагнитным слоем, структурированным на поверхности, и массивом измерительных элементов Холла, размещенных непосредственно под ним. Слой ферромагнетика служит в качестве магнитоцентрирующего, обеспечивающего высокое пассивное магнитное усиление и высокий SNR (signal to noise ratio, соотношение сигнал/шум) датчика. Датчик можно использовать для измерений как постоянного (DC), так и переменного тока частотой до 90 кГц с омической изоляцией. Он характеризуется низкими вносимыми потерями и быстрым временем срабатывания.

MLX91206 разрабатывался в связи с растущим использованием электроники в автомобильных системах, возобновляемых источниках энергии (работающих от солнечной или ветровой энергии), для контроля питания, двигателей, защиты от перегрузок. Некоторые типичные применения включают контроль батарей, преобразователей солнечной энергии, автомобильных

инверторов в гибридных и электромобилях. Рабочий температурный диапазон устройства — от -40 до $+150^\circ\text{C}$. MLX91206 включает защиту от перенапряжений и напряжения обратной полярности, в том числе диагностическую функциональность оборванного провода. Можно использовать автономные (stand-alone) токовые датчики, присоединенные непосредственно к кабелю.

MLX91206 детектирует ток посредством преобразования магнитного поля, сгенерированного током, в напряжение, пропорциональное полю. Верхнего предела для измерения тока не существует — в связи с тем, что выход зависит от размера проводника и расстояния от датчика.

Пользователю предоставлена возможность полностью программировать передаточную характеристику MLX91206 (смещение, усиление, ограничивающие уровни и другие параметры). Тип выхода можно выбирать: аналоговый или ШИМ. Линейный аналоговый выход подходит для систем, в которых требуется высокое время срабатывания (<10 мкс). ШИМ — менее скоростной, но более устойчив к помехам. Микросхема включает встроенный датчик температуры, на выходе термометра осуществляется мониторинг окружающей температуры.

Представлены две версии датчика в корпусе SOIC8 — рассчитанный на низкие магнитные поля (10 мТл) MLX91206CAL: Low Magnetic Field и работающий при высоких полях (25 мТл) MLX91206CAN: High Magnetic Field (рис. 3е).

MLX91206 — это новое, но уже не первое устройство в семействе высокоинтегрированных токовых измерителей компании Melexis. В портфолио Melexis ранее уже был представлен компонент для измерения тока MLX91205 — одноосевой аналоговый интегрированный датчик магнитного поля, основанный на технологии Triaxis. Версия 91205HB была разработана на детектирование линейного диапазона в ± 20 мТл, 91205LB характеризуется линейным диапазоном в $\pm 7,5$ мТл. Датчик рассчитан на автомобильные и промышленные применения. Рабочий температурный диапазон составляет $-40...+125^\circ\text{C}$, но устройство отличается широкой частотной полосой (DC-100 кГц) и быстрым временем срабатывания (8 мкс).

Датчики магнитного поля компании Infineon

Infineon — крупный поставщик датчиков Холла и ГМР на автомобильный рынок, который продолжает поддерживать спрос на эти категории устройств. В портфолио датчиков магнитного поля представлены линейные программируемые ИС семейства TLE499x, предназначенные для измерений положения с широким спектром интерфейсов (от аналогового до SENT). В линейку магнитоуправляемых компонентов включены дифференциальные датчики скорост-

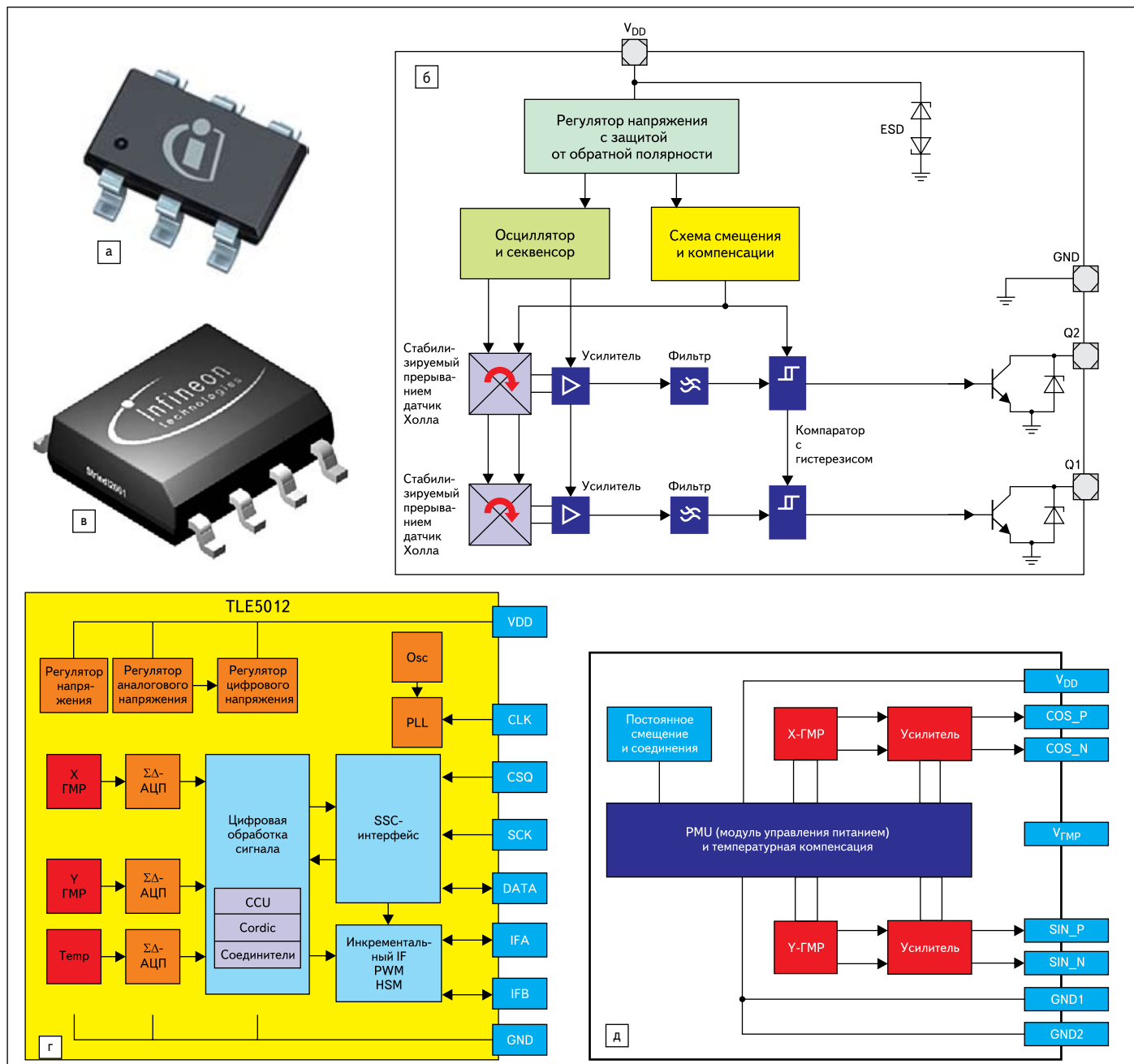


Рис. 4. Обновления датчиков магнитного поля от Infineon:

а, б) высокопрецизионный переключатель TLE4966–2 К с двумя выходами: а) внешний вид; б) блок-диаграмма;

в, г) TLE 5012 — новый высокопрецизионный представитель семейства микросхем ГМР-энкодеров: в) внешний вид; г) блок-диаграмма;

д) TLE5009 — ГМР-энкодер с синусно-косинусными выходами

сти, переключатели Холла и угловой ГМР-энкодер TLE 5011 [11].

Многие предложения компонентов последних лет от Infineon соответствуют автомобильным спецификациям, но могут использоваться и в промышленных, и в потребительских системах.

В 2010 году линейка продуктов пополнилась высокопрецизионным переключателем Холла с двумя выходами TLE4966-2K (рис. 4а, б). Два интегрированных элемента Холла — особенность данного ключа.

Датчик обеспечивает два независимых выходных сигнала скорости на выходах Q1 и Q2

со статусом, соответствующим величине магнитного поля, электрически отображаемого элементами Холла Н1 и Н2. Оба элемента Холла имеют идентичные пороги переключения — V_{OP} и V_{RP} ($V_{OP1} = V_{OP2}$, $V_{RP1} = V_{RP2}$).

Для положительных магнитных полей (с южным полюсом магнита), превышающих пороги V_{OP1} и/или V_{OP2} , соответствующий выход Q1 и/или Q2 переключается к низкому уровню. Отрицательные магнитные поля (северный полюс), меньшие, чем V_{RP} , переключают выход к высокому уровню. Вследствие пространственного распределения двух элементов Холла на кристалле ($d = 1,45$ мм) два

выходных сигнала будут показывать фазовую разницу в случае, когда датчик используется вместе с вращающимся намагниченным полюсным колесом.

Подобные микросхемы представлены уже много лет в линейках датчиков других производителей, но Infineon позиционирует TLE4966-2K как микросхему, разработанную специально для прецизионных применений, она отличается точной установкой магнитных точек переключения и высокой температурной стабильностью. Это достигается активными схемами компенсации и прерываемой стабилизации на кристалле.

Датчик питается от 2,7–24 В и выпускается в корпусе PG-TSOP6-6-5.

TLE 5012 (рис. 4в, г) — новый представитель семейства микросхем ГМР-энкодеров, на основе сенсорной технологии GMR (iGMR). Эффект ГМР, как и эффект Холла, позволяет выполнять осевые (on-axis) измерения угла поворота дипольного ротора в диапазоне 360° и подключать другие сенсорные и интеллектуальные функции, а отличается от эффекта Холла тем, что срабатывает при изменении ориентации магнитного поля, а не его абсолютной величины. Несколько лет назад компания Infineon заявила о разработке семейства магнитных угловых энкодеров на основе этого эффекта. В настоящее время в производстве находится первый представитель семейства — TLE 5011 [11]. С 2010 года этот энкодер доступен для открытого рынка, его точность специфицируется производителем в 2°.

Согласно заявлениям производителей, в течение всего срока службы и в рабочем диапазоне температуры TLE 5012 достигает абсолютной точности менее (лучше) 1°.

15-битная микросхема с коротким временем задержек и высокой скоростью обновления разрабатывалась для прецизионных измерений углового положения в высокодинамичных системах. 15-битное значение угла дается на выходе, а для оцифровки используется 16-битное представление синусно-косинусных значений. Микросхема включает два однобитных АЦП. Для подгонки под различные применения TLE 5012 обладает множественными интерфейсами.

Предшественник TLE5012, ГМР-энкодер TLE5011, снабжался только последовательным SPI-совместимым интерфейсом SSC, со скоростью передачи до 2 Мбит/с и 16-битным представлением синусно-косинусных значений на интерфейсе.

Множественные интерфейсы новой микросхемы TLE5012 включают: более быстродействующий последовательный интерфейс (SPI-совместимый SSC со скоростью до 8 Мбит/с вместо 2 Мбит/с), ШИМ, режим переключателя Холла Hall Switch mode (HSM) (для двигателей с тремя и семью парами полюсов) и инкрементальный энкодерный интерфейс IIF.

Микросхема-энкодер способна измерять не только угловое положение, но и скорость, и квалифицирована на автомобильные применения, характеризующиеся температурным диапазоном от –40 до +150 °С (T_j — максимальная температура активного элемента, а не окружающей среды). Целевому назначению вновь разработанной микросхемы соответствуют интегрированные схемы регуляторов напряжения, защиты, диагностическая функциональность и статусная информация согласно уровню безопасности SIL3 (PRO-SIL Infineon).

Вместе с TLE 5012 вводится TLI 5012 — 15-битная микросхема, во многом аналогичная TLE 5012. TLI 5012 предназначен для угловых ручек в промышленных и домаш-

них применениях и в связи с этим имеет облегченный набор признаков (диапазон температур –40...+125 °С, только совместимый с SPI SSC-интерфейс) и отличается сниженной точностью (до 5°).

TLE 5009 — следующая новая микросхема, предназначенная для детектирования угловых диапазонов в 360°, она создана на основе технологии Infineon iGMR и обладает только аналоговыми синусными и косинусными выходами (рис. 4д).

TLE 5009 включает два гальванически развязанных ГМР-моста, вырабатывающих синусные и косинусные сигналы, и интегральную схему, включающую усилитель сигнала. Эти же, но усиленные сигналы поступают на выходы микросхемы.

Встроенные усилители сигналов позволяют прямо подсоединять датчик к аналоговым выходам микроконтроллера. Выходные сигналы скомпенсированы в отношении смещения и температуры и могут быть прочитаны микроконтроллером как одноконечное или дифференциальное напряжение. Амплитуды сигналов независимы от вариаций напряжения питания. Применения объединяют специальные — электрически коммутируемые двигатели типа EPS, угловые переключатели и датчики угла поворота руля, а также обычные угловые измерения.

Датчик поставляется в двух вариантах — с питанием 3,3 и 5 В.

Все ГМР-энкодеры помещены в малый 8-выводный SMD-корпус PG-DSO-8.

Новые датчики Холла Allegro MicroSystems

В 2011 году Allegro MicroSystems, Inc. вводит новую линейку униполярных переключателей A1152/3/5/6, они дополнили существующее семейство устройств для стяжек пристяжных ремней, контроля положения сиденья и блокировки руля. Новые устройства разработаны для автомобильного рынка, и они включают повышенную защиту от перепадов и высокого напряжения. Электростатическая защита (ESD) повышена до 8 кВ (HBM).

Следующее обновление — чувствительные двухпроводные, программируемые по полю переключатели Холла A1190, A1192, A1193 (в корпусах SOT-23W), представляющие собой семейство униполярных переключателей Холла для аналогичных автомобильных применений — защелкивания капота, положения сидений, селектора и с другими аналогичными A1152/3/5/6 характеристиками. Но эти датчики могут быть подогнаны пользователем для оптимизации точности переключающих магнитных точек (рис. 5а, б).

Все устройства включают 4-фазную прерываемую стабилизацию для минимизации смещения, джиттера, повышения точности, стабильности переключения и улучшения времени начала работы при включении.

A1356 — новая высокопрецизионная линейная микросхема с ШИМ-выходом.

Датчик дополняет существующую линейку устройств с ШИМ-выходом, но отличается более высокой частотой выхода (2 кГц) и рассчитан на автомобильные системы детектирования шестерен, зубцов, вилок, положений сцепления и нейтрали.

Рабочий цикл ШИМ-сигнала с частотой 2 кГц пропорционален приложенному магнитному полю. ШИМ-выход по сравнению с аналоговым выходом более устойчив к шумам.

В числе новых продуктов Allegro MicroSystems и линейный токовый датчик Холла ACS711 (рис. 5в–д), с выходом сбоя при превышении тока для применений с низким напряжением изоляции. Его можно считать представителем линейки автомобильных микросхем, для которых он квалифицирован, но применения датчиков тока далеко не ограничиваются автомобильной электроникой — в связи с распространенностью батарейных систем.

Уже в феврале 2011 года был представлен следующий представитель семейства ACS712 — линейный токовый датчик с напряжением изоляции 2,1 кВ RMS, с медным проводником, отличающимся низким сопротивлением, — не для автомобильных применений. Датчики тока для различных систем обособляются в отдельную группу.

Специализированные токовые преобразователи Холла различного назначения

Новый токовый датчик Холла ACS711 от Allegro

Allegro MicroSystems, Inc. добавила к своей линейке новый линейный токовый датчик Холла для систем, характеризующихся малым напряжением (менее 100 В) — для аудиотехники, коммуникационных систем, потребительских товаров и автомобильной электроники. Типичные применения включают защиту схем, мониторинг тока, контроль двигателей и инверторов, где датчик должен стать экономичным и прецизионным решением для измерения переменного или постоянного тока.

Особенность датчиков тока компании Allegro MicroSystems состоит в том, что измерительное устройство включает схему линейного датчика Холла и медный путь проводимости, локализованный близ поверхности кристалла. Ток прикладывается к пути проводимости и генерирует магнитное поле, измеряемое датчиком Холла и преобразуемое в пропорциональное напряжение. Точность устройства оптимизируется на уровне компонента — благодаря замкнутой близости магнитного сигнала к преобразователю Холла. Выход устройства имеет положительный наклон, пропорциональный течению тока от IP+ до IP– (выводы 1 и 2 к выводам 3 и 4) (рис. 5г). Внутреннее сопротивление проводящего пути — типично 1,2 мОм, что обеспечивает неразрушающий

A1190/2/3 User-programmable, Two-wire, Hall-effect Switches with Increased Protection Against High Voltage Transients

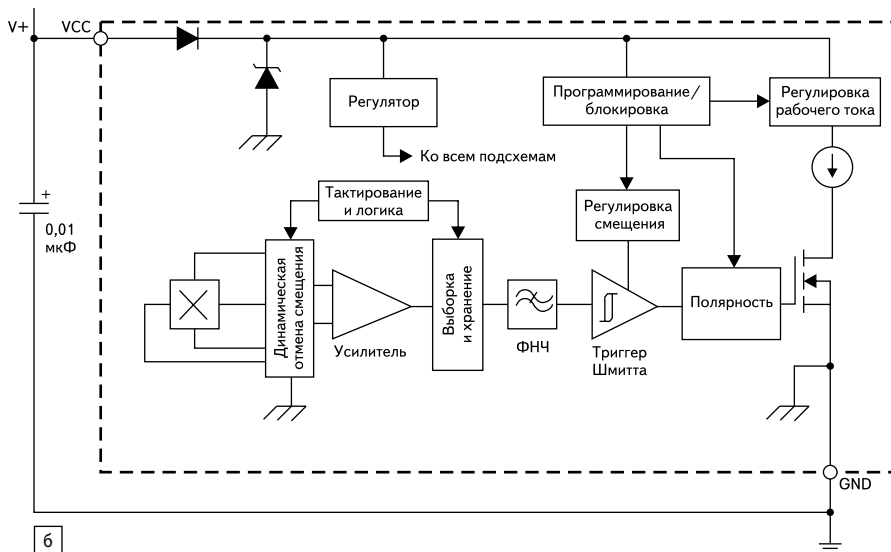


а

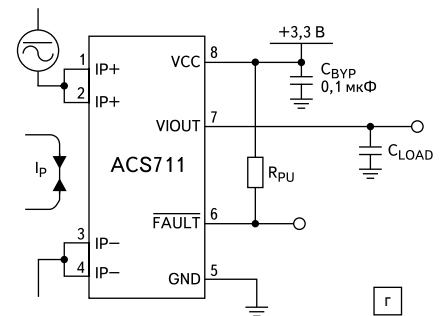
Hall-Effect Linear Current Sensor with Overcurrent Fault output for Low Voltage Isolation Applications



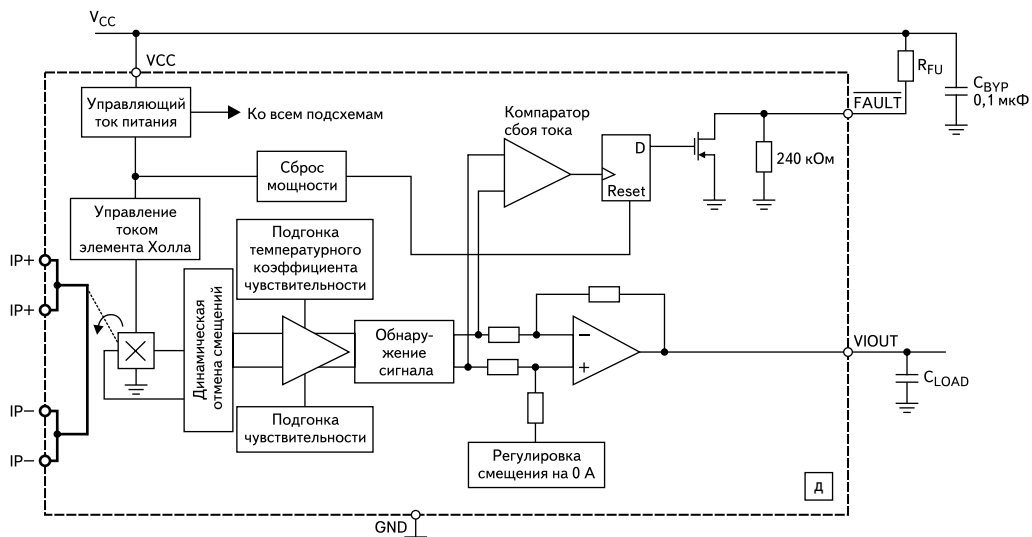
б



б



г



д

Рис. 5. Обновления линеек датчиков от Allegro MicroSystems для автомобильных применений:

а, б) А119х — программируемые по полю стабилизируемые прерываемые униполярные датчики Холла: а) внешний вид; б) блок-диаграмма;

в—д) линейный токовый датчик Холла со сбойным выходом превышения тока для применений с низким напряжением изоляции:

в) внешний вид; г) схема применения; д) функциональная блок-диаграмма

измерительный интерфейс и позволяет сохранять мощность.

ACS711 оптимизирован для систем измерения тока с низкой стороной, хотя терминалы

проводящего пути электрически изолированы от выводов датчика (выводы 5–8), что обеспечивает достаточную внутреннюю утечку и размер зазора для рабочих напряжений AC

и DC. Толщина медного проводника позволяет устройству выдерживать 5-кратное превышение тока. ACS711 калибруется при производстве и поставляется в бесвинцовом корпусе SOIC8.

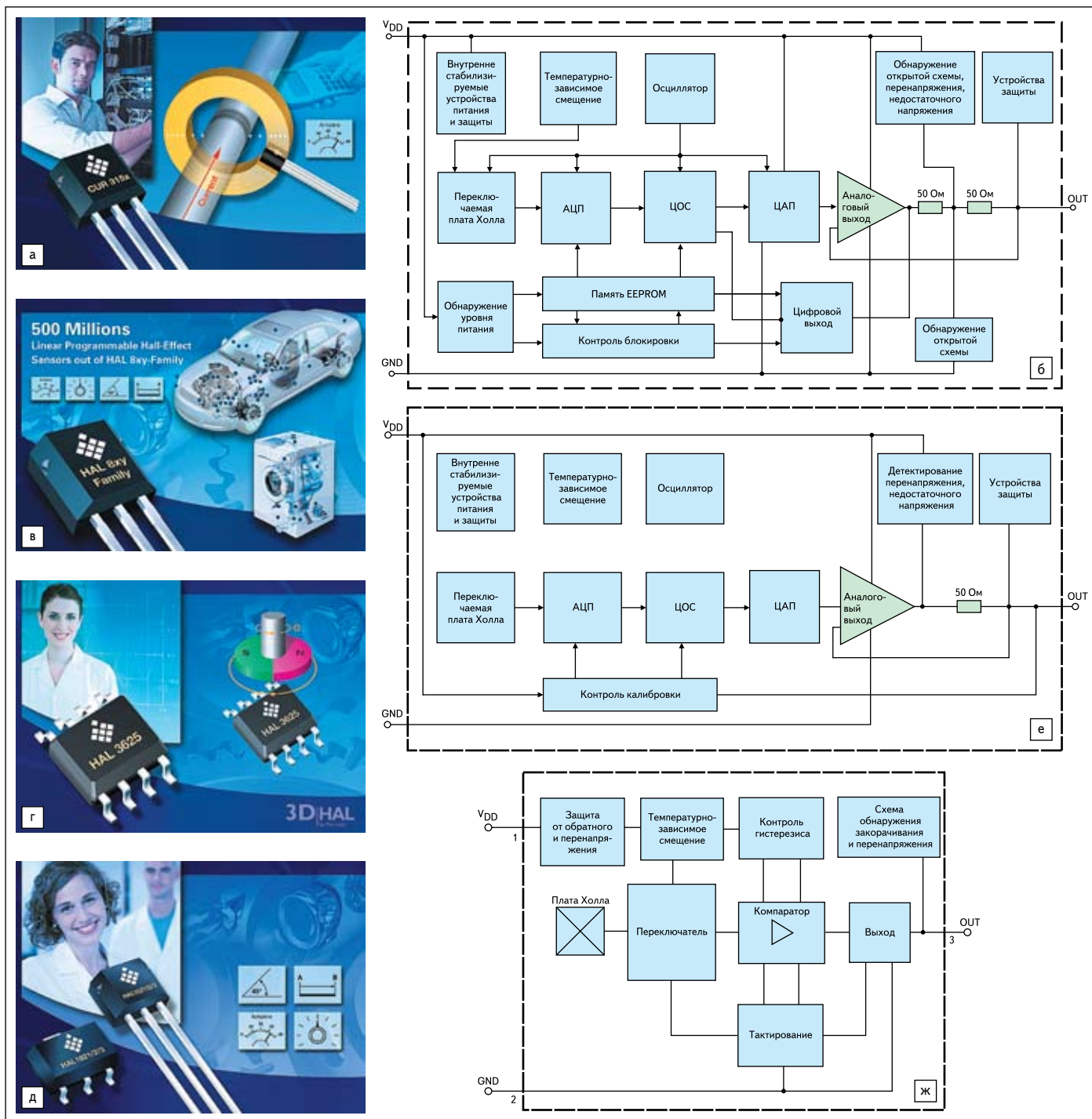


Рис. 6. Датчики Холла Micronas — для различных применений:

а, б) новый специализированный токовый программируемый преобразователь Холла CUR 3105: а) иллюстрация применения; б) функциональная диаграмма;

в) HAL 8xy — семейство линейных датчиков, программируемых в EEPROM;

г) двухэлементный вертикальный датчик Холла HAL 3625 — альтернатива семейству HAL 8xy для детектирования угла поворота магнита;

д, е) новые компоненты семейства HAL 1821/2/3 — со сниженной функциональностью программирования: д) иллюстрация применения; е) блок-диаграмма;

ж) семейство HAL 1xy со сниженными температурными диапазонами, отличающееся низкой ценой (блок-диаграмма)

Токовый датчик Холла Micronas

CUR 3105 — новый специализированный токовый программируемый преобразователь Холла компании Micronas, представляющий собой высокоинтегрированную микросхему для прецизионных измерений (рис. 6а, б). Выходное аналоговое напряжение пропорционально измеряемому току и напряжению питания (пропорциональный или ратиометрический аналоговый выход). Главные характеристики, включая диапазон магнитного поля, чувствительность, выходное

среднеквадратическое напряжение (выход на $B = 0$ мТл) и диапазон выходного напряжения, являются программируемыми и сохраняются во внутренней EEPROM. Возможно одновременное программирование нескольких преобразователей, подключенных параллельно.

CUR 3105 включает температурно-скомпенсированную плату Холла с прерываемой компенсацией смещения, АЦП, цифровую обработку сигнала, ЦАП с выходным драйвером, память EEPROM с избыточностью и функциональностью блокировки для данных калибровки,

EEPROM для клиентского последовательного номера, последовательный программируемый интерфейс и защитные схемы на всех выводах.

Вычисление индивидуальных характеристик ИС и программирование памяти EEPROM может легко быть выполнено посредством ПК с комплектом разработчика от Micronas.

CUR 3105 программируется посредством модуляции напряжения питания. Легкая программируемость допускает двухточечную калибровку выходного напряжения. Индивидуальная регулировка каждого преобразователя производится в течение клиентского процесса производства, что позволяет скомпенсировать допуски ИС и механические допуски.

Преобразователь разработан для промышленных, потребительских, автомобильных применений и работает от напряжения питания 5 В в широком диапазоне соединительных температур от -40 до $+170$ °С. CUR 3105 поставляется в корпусах TO92UT и SMD-корпусе SOIC8.

Другие новые продукты различного назначения от ведущих производителей датчиков Холла

Micronas — лидирующий поставщик инновационных микросхем Холла на автомобильный рынок. В 2010 году компания поставила 500-миллионный датчик семейства HAL 8ху (рис. 6в). Его отличия — программируемость посредством EEPROM и возможность работы в расширенном диапазоне температур, с температурой T_j — $-40...+170$ °С. Но семейство HAL 8ху объединяет недорогие одноэлементные датчики, функционирующие в угловом диапазоне менее 180° [5–6]. Этим они выделяются на фоне массы предложений энкодеров от конкурентов, которые могут выполнять угловые магнитные измерения в диапазоне 0–360° [7–9, 11, 12].

В настоящее время в портфолио Micronas уже есть датчики Холла семейства HAL 36ху (рис. 6г), представляющие собой новое поколение датчиков Холла. Выпуск этих датчиков состоялся в 2009 году. Технология вертикальных плат Холла допустила возможность измерять магнитные поля в плоскости кристалла и углы вращения в диапазоне от 0° до 360°, что было осуществлено с простой магнитной системой. Первый представитель этого семейства — микросхема HAL 3625.

От других энкодеров Холла датчик отличается прежде всего тем, что две (не четыре) температурно-скомпенсированные платы Холла с прерываемой (choppered) компенсацией смещения измеряют компоненты магнитного поля V_x и V_y . Угловая информация вычисляется посредством схемы датчика с использованием инверсной функции тангенса и преобразуется в аналоговое выходное напряжение. Измерительный метод датчика минимизирует температурный дрейф и обеспечивает высокий уровень точности, который специфицируется в $\pm 1,0^\circ$ для измерений угла в диапазоне 0–360°.

HAL 3625 включает два АЦП для оцифровки информации о магнитном поле, температурный датчик с АЦП, цифровую обработку сигнала, выход push-pull, память EEPROM с избыточностью и функциональностью блокировки данных калибровки и информационных данных регистров, последовательный интерфейс для программирования EEPROM и защитные схемы на всех выводах (в том числе обнаружение обрыва проводов). Датчик дает на выходе линейный ратиометрический аналоговый выходной сигнал и функционирует с резистором pull-up (или pull-down).

Главные характеристики датчика и магнитной системы, включая усиление, смещение каналов X- и Y-, нулевое угловое положение, фазовый сдвиг между X- и Y-каналами, выходной наклон, смещение, ограничивающие уровни, можно регулировать посредством программирования энергонезависимой памяти.

HAL 3625 производится по испытанной субмикронной CMOS-технологии и поставляется в малом SMD-корпусе SOIC8. HAL 3625 программируется посредством модуляции выходного напряжения, дополнительные выводы не требуются.

После выпуска HAL 3625 как альтернативы семейству HAL 8ху дальнейшая деятельность компании состояла в разработке новых

компонентов семейства HAL 182х. Линейные датчики HAL 1821, HAL 1822 и HAL 1823 поставляются с различными уровнями чувствительности, а в отличие от первого представителя семейства HAL 1820 функциональность программирования снижена — с целью достижения лучшего соотношения цена/характеристики (рис. 6д, е).

Довольно много предложений Micronas направлены на то, чтобы использовать технологические преимущества, полученные изначально для автомобильных спецификаций, в системах потребительского и промышленного назначения, что становится возможным при снижении цены. На основе семейства HAL 5ху было создано семейство HAL 1у со сниженными температурными диапазонами и ценой порядка \$0,19–0,3 в количестве свыше 500 000 штук (рис. 6ж). (В коммерческих системах T_j — $0...+85$ °С, в промышленных T_j — $20...+125$ °С.)

Рассмотренные датчики могут использоваться для определения положения, направления движения, уровня жидкости и токовых измерений.

В портфолио Asahi Kasei в настоящее время представлен EM-3242 — магнитный угловой энкодер, объединяющий элементы Холла, сформированные на кремниевой подложке. Энкодер позволяет вычислять абсолютное значение угла поворота магнита в диапазоне 0–360°. Выход — ратиометрический аналоговый, угловое разрешение — порядка 0,36° (10 бит). Рабочее напряжение — 2,7–3,3 В. Специфицирован температурный дрейф ($\pm 1^\circ$ максимум) в рабочем температурном диапазоне $-30...+85$ °С. Размеры 6-выводного корпуса — $3,6 \times 3 \times 0,95$ мм ($3,6 \times 4,2 \times 0,95$ мм, включая выводы).

Кроме того, Asahi Kasei поставляет элементы, ИС Холла, полупроводниковые магниторезистивные элементы и токовые датчики.

Компания Honeywell в 2010 году ввела 225-миллиметровый линейный датчик положения SMART, ставший вторым компонентом в семействе после 75-миллиметрового SMART датчика положения, введенного в декабре 2009 года.

SMART означает способность датчика к самокалибровке, функции которой выполняет ASIC. Технология датчиков — магниторезистивная. Датчики положения SMART на 225 мм определяют положение магнита относительно датчика в диапазоне от 0 до 225 мм.

Выход — аналоговый или цифровой (опционально) для использования в контрольных системах, требованием к которым является интерфейс RS232 со скоростью 57,6 кбит/с.

SS361CT и SS461C — высокочувствительные биполярные защелки Холла, разработанные для применений измерения скорости. SS345PT, SS445P — униполярные цифровые датчики положения со встроенным резистором Pull-Up от Honeywell.

Melexis US5681 — униполярный ключ, разработанный для потребительской электроники, автомобильных и промышленных систем. MLX92211 — защелка второго поколения, отличающаяся высокой чувствительностью (± 3 мТл). Melexis MLX92251 — среднечувствительная дуальная защелка Холла, открывающая собой второе поколение ИС, сформированных на основе обычной КМОП-технологии со смешиванием сигнала. Устройство в корпусе TSOT включает регулятор напряжения, два датчика Холла с продвинутой системой отмены смещений и двумя выходными драйверами с ОК.

В линейке iC-Naus представлены однокристалльные оптические и магнитные энкодерные решения, интерполяторы и сигналообработывающие ИС для энкодерных систем. С I квартала 2011 года стартует производство iC-MH8 — нового 12-битного углового энкодера Холла с синусно-косинусными выходами. Микросхема включает 4 элемента Холла с автоматической компенсацией смещения и разработана для цифрового измерения углов поворота магнита в диапазоне 0–360°. Датчик отличается возможностью получения как абсолютных, так и инкрементальных значений в системах контроля/переключения двигателей, скорости вращения — для скоростей вращения до 120 000 об./мин.

Интерфейсы микросхемы включают: инкрементальный выход положения — со скоростью до 8 МГц, квадратурные АВ-сигналы с индексом Z, совместимые с интерфейсом RS422, сигналы переключения UVW для 8-полюсных электрических двигателей, последовательный интерфейс для вывода данных и конфигурирования, SSI-совместимый

выходной режим. Другие опции объединяют наличие интегрированных ZAP-диодов для настройки модуля, данных OEM, программируемых через последовательный интерфейс, сигнал ошибки при потере магнита, аналоговые синусно-косинусные дифференциальные сигналы. Энкодер работает в температурном диапазоне от -40 до $+125$ °C и поставляется в корпусе QFN28.

В портфолио компании NXP в 2010 году был добавлен KMA199 — магнитный датчик угла на основе АМР-эффекта, представляющий собой два магниторезистивных сенсорных моста и интегральную схему в одном корпусе. АМР-эффект от других (Холла, ГМР) отличается тем, что дает возможность выполнять измерения в диапазоне 180° [12 – 14] (не 360°), но это скорее теоретический, чем практический недостаток — с микросхемами высокого уровня интеграции.

KMA199 усиливает два ортогональных дифференциальных сигнала, которые поставляются посредством АМР-мостов и преобразует их в цифровой домен. Угол вычисляется посредством CORDIC алгоритма. KMA199 также включает проверку CRC, схему обнаружения коррекции ошибок EDC, детектирование потери магнита.

Угловая информация поставляется на выходе KMA199 в аналоговой форме, параметры конфигурации запаасаются в EEPROM. KMA199 предварительно программируется, калибруется, но дает возможность пользователю регулировать угловой диапазон, нулевой угол и ограничивающие напряжения. Настройки сохраняются в перепрограммируемой памяти EEPROM. Для доступа к памяти используется OWI (OUT/DATA вывод).

RLS располагает магнитной энкодерной технологией OnAxis на основе ИС, которая определяет угловое положение магнита. Диапазон микросхем на основе технологии OnAxis обеспечивает абсолютные и инкрементальные выходы, включая SSI, параллельное, инкрементальное, синусно-косинусное и линейное напряжение. Диапазон двоичных и десятичных разрешений доступен от 7 до 13 бит (128 – 8192 счета за вращение). Помимо микросхем, в портфолио представлены и готовые модули серии RMB.

Линейка высокоскоростных магнитных линейных энкодеров RLS реализована на основе магниторезистивной технологии. Линейная магнитная энкодерная система состоит из считывающей головки и самоадгезивной магнитной линейки. Аналогично устроен магнитный угловой энкодер LM13, но вместо линейки используется магнитное кольцо.

Компания RLS представила RoLin — бесконтактный магнитный энкодер компонентного уровня, разработанный для встроенных систем контроля движения как элемент обратной связи.

Система состоит из считывающей головки RLM и самоадгезивных магнитной линейки MS (magnetic scale) или магнитного кольца

MR (magnetic ring) с магнитной полюсной длиной 2 мм. Возможно радиальное или аксиальное намагничивание кольца.

Электроника считывающей головки дает выход информации о положении в инкрементальном квадратурном формате с опцией периодической опорной отметки (каждый полюс) или намагниченной опорной отметки.

Возможен широкий диапазон разрешений: 0,244, 0,488, 1, 2, 5, 10, 50, 125 мкм.

От выбранного разрешения и минимального времени разделения краев зависит максимальная скорость актюатора: от 4 м/с на 1 мкм до 40 м/с на 10 мкм.

Заключение

Этот обзор подтверждает три основных тенденции в развитии компонентной базы интегральных датчиков магнитного поля:

- экспансия на рынок портативной электроники, пользовательского интерфейса;
- автомобильные применения;
- датчики для батарейных систем, в особенности — датчики тока.

Четвертой тенденцией можно считать то, что производители, ранее ориентировавшиеся исключительно на автомобильный рынок, теперь стремятся работать одновременно на рынки потребительской электроники, автомобильных и промышленных систем, ориентируясь вначале на решение возникающих однотипных задач, а уже затем адаптируя микросхемы к рынкам сбыта.

Задачи, решаемые посредством датчиков Холла, систематизированы в публикации [15]. Можно отметить, что линейки обновляются только в связи с растущим охватом применений и рынков и незначительно устарели за последние годы. Поэтому за дополнительной информацией по применениям и базовой компонентной базе можно обратиться к обширному списку публикаций [5–19] и/или извлечь ее с сайтов производителей. Тем не менее, при выборе компонента для вновь разрабатываемой системы важно учесть, что происходит непрерывная технологическая эволюция, которая состоит в выпуске микросхем следующего поколения, отличающихся более высокой функциональностью, точностью, рабочими температурами, сниженным энергопотреблением, меньшими размерами корпусов, распространенностью модульных концепций и более низкой ценой. ■

Литература

1. http://www.ROHM.com/us/downloads/Ads/Hall_IC_WP.pdf
2. http://www.ROHM.com/us/Hall_ICs.html
3. <http://www.austriamicrosystems.com/eng/Products/Magnetic-Encoders/EasyPoint-Joystick-Encoder>
4. <http://www.austriamicrosystems.com/eng/Products/Magnetic-Encoders>

5. Сысоева С. Автомобильные датчики положения. Современные технологии и новые перспективы. Часть 1. Потенциометры и датчики Холла — лидеры современного рынка // Компоненты и технологии. 2005. № 2.
6. Сысоева С. Автомобильные датчики положения. Современные технологии и новые перспективы. Часть 2. Технологии, схемотехника, программирование и монтаж интегральных датчиков Холла // Компоненты и технологии. 2005. № 3.
7. Сысоева С. Автомобильные датчики положения. Современные технологии и новые перспективы. Часть 5. Новые перспективы бесконтактных угловых измерений в диапазоне угла 360° : снова датчики Холла — угловые магнитные энкодеры // Компоненты и технологии. 2005. № 6.
8. Сысоева С. Автомобильные датчики положения. Современные технологии и новые перспективы. Часть 6. Концепции создания магнитных угловых энкодеров на основе эффекта Холла // Компоненты и технологии. 2005. № 7.
9. Сысоева С. Автомобильные датчики положения. Современные технологии и новые перспективы. Часть 7. MLX90316 Melexis — первый магнитный угловой энкодер Холла на базе технологии Tgaxis // Компоненты и технологии. 2005. № 8.
10. Сысоева С. Датчики близости/положения/расстояния. Важные обновления и дальнейшие перспективы // Компоненты и технологии. 2008. № 3.
11. Сысоева С. Магнитоуправляемые, MEMS и мультисенсорные датчики движения 2009 года — функциональнее, точнее, миниатюрнее предшественников // Компоненты и технологии. 2009. № 8.
12. Сысоева С. Автомобильные датчики положения. Современные технологии и новые перспективы. Часть 14. Итоговый сравнительный анализ. Выводы и обновление // Компоненты и технологии. 2006. № 7.
13. Сысоева С. Автомобильные датчики положения. Современные технологии и новые перспективы. Часть 3. Физические основы и коммерческие перспективы технологий полупроводниковых и пермалловых магниторезистивных датчиков // Компоненты и технологии. 2005. № 4.
14. Сысоева С. Автомобильные датчики положения. Современные технологии и новые перспективы. Часть 4. Новые перспективы автомобильных датчиков — технологии магниторезисторов ГМР и КМР // Компоненты и технологии. 2005. № 5.
15. Сысоева С. Новые интегральные датчики Холла специального назначения // Компоненты и технологии. 2004. № 9.
16. Сысоева С. Датчики скорости автомобиля. Анализ конструкций и перспективы развития // Компоненты и технологии 2004. № 8.
17. Сысоева С. Датчики скорости автомобиля. Анализ конструкций и перспективы развития // Компоненты и технологии, № 7'2004.
18. Сысоева С. Автомобильные цифровые магнитоуправляемые датчики угловой скорости и углового положения зубчатого ротора. // Электронные компоненты, № 3'2004.
19. www.sysoeva.com/publications.htm