

Датчики магнитного поля на эффекте Холла компании Honeywell

Эффект Холла лежит в основе одной из распространенных технологий бесконтактной регистрации положения, перемещения, скорости вращения и присутствия ферромагнитных объектов. Эта технология опирается на свойство полупроводниковой структуры генерировать разность потенциалов при воздействии внешнего магнитного поля.

Номенклатура датчиков положения на эффекте Холла компании Honeywell насчитывает более двухсот видов. Датчики классифицируются по области применения на автомобильные, промышленные и общего применения и, в зависимости от назначения, различаются по конструктивному и электрическому характеристикам, а также по рабочему диапазону температур. Однако, несмотря на различия, все приборы имеют схожее функционально законченное ядро. Это элемент Холла и схема обработки сигнала.

Условно все приборы можно разделить на две большие группы. Это дат-

чики с линейным выходом и датчики с логическим выходом. Датчики с линейным выходом обычно применяются для определения небольших перемещений, построения более сложных датчиков и работы в составе датчиков тока с гальванической развязкой.

Линейные датчики магнитного поля (на эффекте Холла) состоят из полупроводникового элемента Холла, стабилизатора питания, дифференциального усилителя и выходного каскада (рис. 1).

В зависимости от модели, выходной каскад датчика представляет собой усилитель на биполярном транзисторе, включенном по схеме с открытым кол-

лектором (р-п-р) или по двухтактной схеме (комплементарная пара р-п-р + n-р-n). Выходное напряжение этих датчиков находится в линейной зависимости от величины и направления вектора магнитной индукции (рис. 2).

За пределами рабочей области датчик входит в насыщение. В отсутствии внешнего магнитного поля напряжение на выходе равно половине напряжения питания. Размах выходного напряжения и чувствительность датчиков находятся также в линейной зависимости от напряжения источника питания (пропорциональный выход). Датчики характеризуются высокой нагрузочной способнос-

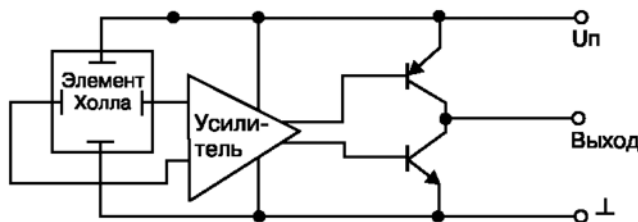


Рисунок 1 Функциональная схема линейных датчиков магнитного поля на эффекте Холла

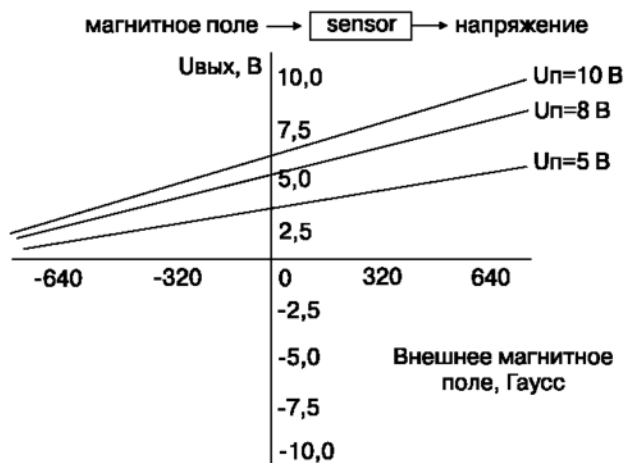


Рисунок 2 Вариант передаточной характеристики линейных датчиков магнитного поля на эффекте Холла

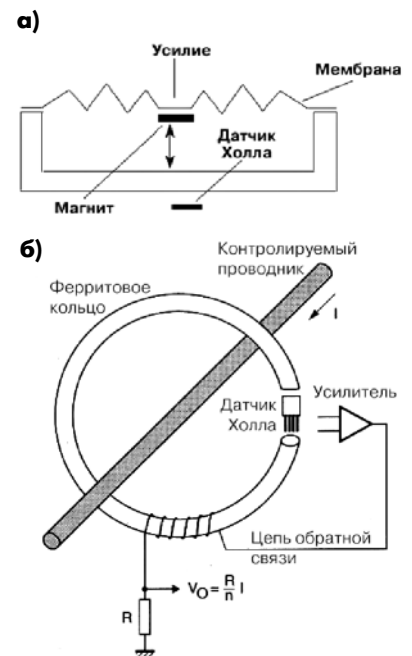







Рисунок 3 Примеры применения линейных датчиков магнитного поля на эффекте Холла: а) измерение давления, усилия, вибрации и малых перемещений; б) бесконтактное измерение постоянного, переменного и импульсного тока

Таблица 1. Основные технические характеристики линейных датчиков магнитного поля на эффекте Холла компании Honeywell

Наименование	В, Гаусс	Чувств., мВ/Гаусс	Дрейф нуля, ±%/°С	Uп, В	Iп, мА	Iвых макс, мА	Траб, °С	Внешний вид
SS19	±400	0,6...1,25	-	4...10	4	20	-25...+85°С	
SS19T	±400	0,6...1,25	-	4...10	4	20	-25...+85°С	
SS49	±400	0,6...1,25	-	4...10	4	20	-25...+85°С	
SS495A	±670	6...14	0,06	4,5...10,5	8,7	1,5	-40...+150°С	
SS495A1	±670	6...14	0,04	4,5...10,5	8,7	1,5	-40...+150°С	
SS495A2	±670	6...14	0,07	4,5...10,5	8,7	1,5	-40...+150°С	
SS496A	±840	4,8...12	0,048	4,5...10,5	8,7	1,5	-40...+150°С	
SS496A1	±840	4,8...12	0,032	4,5...10,5	8,7	1,5	-40...+150°С	
SS494B	±420	9,7...24	0,08	4,5...10,5	8,7	1,5	-40...+150°С	
SS94A1	±500	5	0,02	6,6...12,6	13	1	-40...+125°С	
SS94A1E	±500	5	0,01	6,6...12,6	13	1	-40...+125°С	
SS94A1F	±100	25	0,1	6,6...12,6	13	1	-40...+125°С	
SS94A2	±500	5	0,02	6,6...12,6	13	1	-40...+125°С	
SS94A2D	±2500	1	0,007	6,6...12,6	13	1	-40...+125°С	
91SS12-2	±400	7,5	-	8...16	19	10	-40...+150°С	
91SS16-3	±400	9	-	8...16	19	10	-40...+150°С	

тью, линейной характеристикой преобразования в рабочем диапазоне магнитных полей, широким диапазоном рабочих температур и питающих напряжений, долговременной стабильностью параметров и малым током потребления. Некоторые модели имеют схему защиты от переплюсовки по линии питания. В сводной табл. 1 приведены для сравнения различные типы линейных датчиков магнитного поля.

На рисунке 3 приведены несколько примеров применения линейных датчиков на эффекте Холла.

Датчики с логическим выходом обычно применяются для определения наличия какого-либо ферромагнитного объекта в поле "обзора датчика". В отличие от линейных датчиков магнитного поля выход этих приборов, в зависимости от величины приложенного магнитного поля, принимает всего два состояния: высокий и/или низкий уровень. Выходной сигнал конвертируется из линейного с помощью триггера Шмидта (рис. 4).

Благодаря гистерезисной характеристике триггера повышается помехоустойчивость датчика, устраняются ложные срабатывания.

В отличие от линейных датчиков магнитного поля, выходной сигнал этих приборов, в зависимости от величины внешнего магнитного поля, принимает только два состояния: высокий или низкий уровень. В передаточной характеристике датчика принципиально важны лишь две точки: точка включения (магнитная ин-

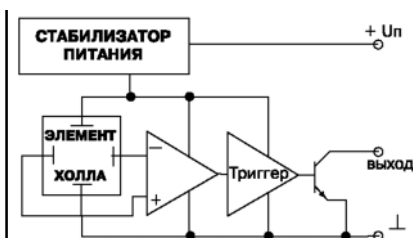


Рисунок 4 Функциональная схема датчиков магнитного поля на эффекте Холла с логическим выходом

дукция, при которой выход переходит во включенное состояние) и точка выключения (наоборот). Для повышения нагрузочной способности по выходу в схему датчика добавляется каскад усиления на биполярном п-р-п-транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером. Большинство датчиков имеют встроенный стабилизатор питания элемента Холла и схемы нормализации сигнала, поэтому приборы не критичны к стабильности источника питания, уверенно работают в диапазоне питающих напряжений от 3,8 до 30 В. Универсальный выход с открытым коллектором обеспечивает датчику высокую гибкость на этапе согласования с нагрузкой. Нагрузкой датчиков могут являться входы логических ИМС и микроконтроллеров, а также различные драйверы силовых коммутационных приборов.

Характеристики преобразования цифровых датчиков магнитного поля

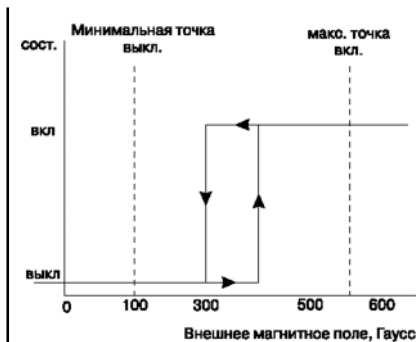


Рисунок 5 Вариант передаточной характеристики униполярных датчиков магнитного поля с логическим выходом

определяются, как уже говорилось ранее, точкой включения и точкой выключения. Поскольку характеристики подвержены влиянию окружающей температуры, в технических данных оговариваются минимальные и максимальные значения магнитного поля для этих точек. Так, максимальная точка включения соответствует величине магнитного поля, которое уверенно переводит выход прибора во включенное состояние при любых дестабилизирующих факторах. Минимальная точка выключения соответствует величине магнитного поля, при котором происходит уверенное выключение прибора. На рисунке 5 приведена характеристика преобразования для типового униполярного датчика.

Таблица 2. Основные технические характеристики датчиков магнитного поля с логическим выходом компании Honeywell

Наименование	В вкл., Гаусс max	В выкл., Гаусс min	t зад., мкс	I _{вых} макс, мА	U _{вых} макс, В	U _п , В	I _п , мА	Траб, °С	Тип корпуса	
513SS16	340	30	1,5	20	0,4	6...16	10	-40...+150°C		
517SS16	140	-140	1,5	20	0,4	6...16	10	-40...+150°C		
55SS16	400	57	0,5	10	0,4	4,5...9	4	-40...+150°C		
613SS2	495	50	1,5	20	0,4	6...16	10	-40...+150°C		
65SS4	575	82	0,5	10	0,4	4,5...9	4	-40...+100°C		
SS41	40	-40	1,5/1	20	0,4	4,5...24	15	-55...+150°C		
SS46	150	-150	1,5/1,5	10	0,4	4,5...24	8,7	-55...+150°C		
SS411A	20	-20	0,15	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS413A	50	-50	0,15	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS441A	85	55	0,15	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS443A	145	115	0,15	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS449A	350	275	0,15	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS461A	50	-50	0,15	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS466A	140	-140	0,15	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS511AT	20	-20	1,5	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS513AT	50	-50	1,5	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS51T	40	-40	1,5	20	0,4	4,5...24	7,5	-40...+150°C		
SS541AT	85	55	1,5	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS543AT	145	115	1,5	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS549AT	350	275	1,5	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS561AT	50	-50	1,5	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SS566AT	140	-140	1,5	20	0,4	3,8...30	7,5	-40...+150°C		
SR13C-A1	180	75	-	20	0,4	3,8...30	13	-40...+150°C		
SR13D-A1	115	20	-	20	0,4	3,8...30	13	-40...+150°C		
SR13F-A1	390	235	-	20	0,4	3,8...30	13	-40...+150°C		
SR13R-A1	85	-85	-	20	0,4	3,8...30	13	-40...+150°C		
SR15C-A3	180	75	-	20	0,4	3,8...30	13	-40...+150°C		
SR3B-A1	90	-90	-	10	0,4	4,5...24	15	-40...+85°C		
SR3C-A1	150	100	-	10	0,4	4,5...24	19	-40...+85°C		
SR3F-A1	400	185	-	10	0,4	4,5...24	18	-40...+85°C		
SR3G-A1	350	280	-	10	0,4	4,5...24	22	-40...+85°C		
103SR11-A1	350	215	-	20	U _п -1,5	45...5,5	4	-40...+100°C		
103SR12-A1	345	245	-	20	U _п -1,5	6...24	10	-40...+100°C		
103SR13-A1	400	250	-	20	0,4	4,5...24	10	-40...+100°C		
103SR14-A1	90	45	-	20	0,4	4,5...24	10	-40...+100°C		
103SR17-A1	50	-50	-	20	0,4	4,5...24	10	-40...+100°C		
103SR18-1	50	-50	-	20	0,4	4,5...24	10	-40...+100°C		
413SR10	430	160	1,5/0,5	40	0,4	4,5...24	11,5	-40...+150°C		
417SR10	430	160	1,5/0,5	40	0,4	4,5...24	11,5	-40...+150°C		

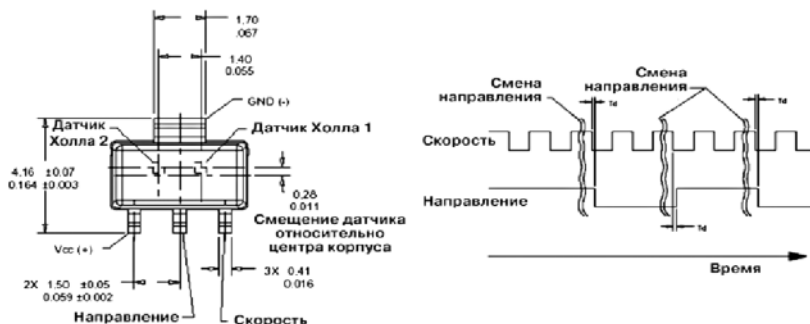


Рисунок 6 Датчик скорости и направления вращения SS526DT и временная диаграмма работы

Компания Honeywell производит около 10 семейств датчиков магнитного поля с логическим выходом. В таблице 2 приведены основные технические характеристики некоторых датчиков магнитного поля с логическим выходом.

И еще об одной интересной модели. Это датчик SS526DT (рис. 6), объединяющий в одном корпусе SOT-89 два независимых сенсора Холла, центры которых удалены друг от друга строго на

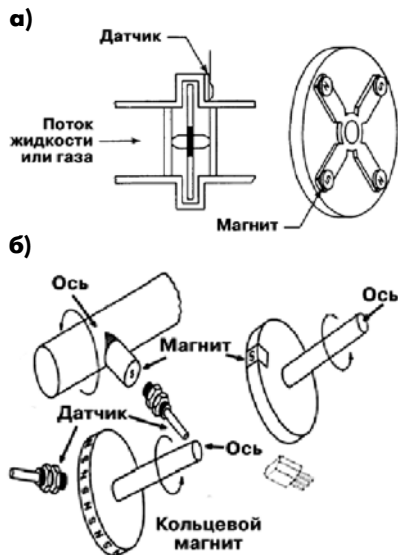


Рисунок 7 Примеры применения датчиков магнитного поля на эффекте Холла с логическим выходом: а) счетчик оборотов изолированной лопасти расходомера; б) определение положения и скорости вращения оси

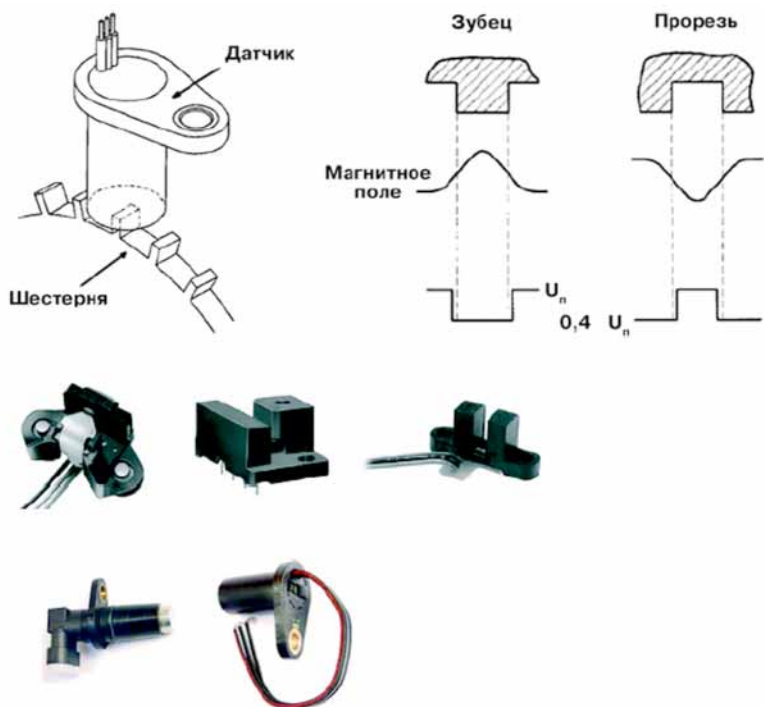


Рисунок 8 Законченные датчики скорости вращения на эффекте Холла компании Honeywell

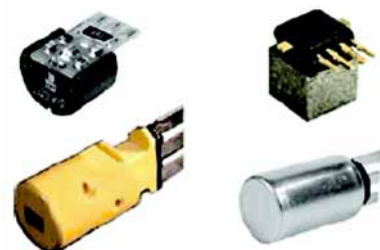


Рисунок 9 "Строительные модули"

1,4 мм. Уникальность прибора заключается в том, что они позволяют одновременно контролировать и скорость, и направление вращения. Оценка скорости вращения производится путем измерения частоты (а при малых оборотах — длительности) импульсов на соответствующем выходе. Выход "направление" в зависимости от направления вращения зубчатого колеса принимает либо высокий, либо низкий уровень.

На рисунке 7 приведены несколько примеров использования датчиков магнитного поля с логическим выходом.

Отдельную группу следует отнести специализированные датчики положения, предназначенные для определения скорости вращения зубчатых колес. Это законченные устройства, объединяющие в одном корпусе элемент Холла, усили-

тель, триггер Шмидта, стабилизатор питания и постоянный магнит. Принцип действия основан на детектировании изменения плотности распределения или прерывания магнитного потока в момент, когда ферромагнитный материал (зубец шестерни или метка) проходит вдоль чувствительной поверхности датчика (рис. 8). Постоянство амплитуды выходного сигнала датчика, не зависящей от скорости вращения шестерни, позволяет фиксировать бесконечно малые перемещения и скорости. Логический выход с открытым коллектором на биполярном p-n-транзисторе обеспечивает высокую нагрузочную способность приборов (до 40 мА) и гибкость при согласовании со входами ИМС стандартной логики и микроконтроллеров. Кроме этого, датчики характеризуются повышенной помехоустойчивостью, хорошим отношением сигнал/шум, наличием встроенных цепей защиты от переплюсовки и резких выбросов напряжения по линии питания. Рабочий диапазон частот приборов находится в пределах 0...100 кГц.

Несмотря на полную функциональную и конструктивную законченность, вышерассмотренные датчики не обладают достаточной гибкостью на этапе проектирования. Например, требуется специальный корпус, иной вид крепежа, нестандартный электрический соединитель и т.д. В этом случае на помощь

приходят так называемые "строительные модули" (рис. 9). Эти приборы-заготовки по сути — уже полнофункциональные приборы, содержащие в герметичном алюминиевом или пластмассовом цилиндрическом корпусе магнит, сенсор, усилитель, триггер и схему питания. К их главным преимуществам следует отнести невысокую стоимость и полную свободу в проектировании специализированного корпуса под конкретное приложение.

Литература:

1. <http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/solidstate>.
2. Датчики положения на эффекте Холла компании Honeywell // ЭК. 2004. № 8.

Более подробную информацию о датчиках компании Honeywell можно найти по адресу <http://content.honeywell.com/sensing/products> или запросить у официального дистрибьютора компании КОМПЭЛ (www.compel.ru).

Москва
Тел.: (095) 995-0901
Факс: (095) 995-0902
E-mail: compel@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403
E-mail: spb@compel.ru