НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

№1 (81), 2010 г.

Информационно-технический журнал.

Учредитель – ЗАО «КОМПЭЛ»

Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-19835

Редактор:
Геннадий Каневский
vesti@compel.ru
Выпускающий редактор:
Анна Заславская

Редакционная коллегия:
Андрей Агеноров
Евгений Звонарев
Сергей Кривандин
Николай Паничкин
Александр Райхман
Борис Рудяк
Илья Фурман

Дизайн, графика, верстка:
Елена Георгадзе
Владимир Писанко
Евгений Торочков

Распространение:
Анна Заславская

Электронная подписка:
www.compeljournal.ru

Отпечатано:
«Гран При»
г. Рыбинск

Тираж – 1500 экз.
© «Новости электроники»
Подписано в печать:
21 января 2010 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ДАТЧИКИ

Honeywell – номер один в мире датчиков
Сергей Шемякин 3

Интегральные датчики Холла компании Honeywell
Константин Староверов 9

Современные сенсорные интерфейсы на основе датчиков S-Touch компании ST Microelectronics
Андрей Никитин 14

Температурные датчики ON Semiconductor
Дмитрий Цветков 18

Интегральные датчики компании Maxim
Константин Староверов 21

УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ

Частотные преобразователи (инверторы) компании Omron
Илья Фурман, Евгений Звонарев 25

ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ 32

В СЛЕДУЮЩИХ НОМЕРАХ

- Компоненты TI в системах безопасности
- Управление питанием в стиле ON Semiconductor
- Беспроводная передача данных – современные аспекты

Если вы хотите предложить интересную тему для статьи в следующий номер журнала – пишите на адрес *vesti@compel.ru* с пометкой «Тема в номер».

ОТ РЕДАКТОРА



Уважаемые читатели!

В этом году у нашего журнала особенно много новых подписчиков. Это радует.

Многие из вас еще незнакомы с основными принципами журнала и его отличительными чертами.

Цель журнала — информировать разработчиков обо всем новом и перспективном, что имеется на рынке полупроводников, об интересных разработках. Как издание компании **КОМПЭЛ** — лидера российского полупроводникового рынка — журнал пишет об изделиях, входящих в программу поставок этой компании. Однако программа эта включает практически весь спектр востребованных на рынке товарных групп.

Мы выходим 18-20 раз в год — чаще, чем какие-либо другие специализированные журналы по этой тематике.

У издания — бесплатная редакционная подписка. Это означает, что если вы — разработчик электроники и живете в Российской Федерации, для подписки вам достаточно зайти на сайт *www.compeljournal.ru* в раздел «Подпишитесь на журнал» и заполнить специальную анкету, указав, по желанию, рабочий или домашний адрес. Часто спрашивают: в чем смысл расходов, которые несет компания, бесплатно подписывая разработчиков на свой журнал? Ответ прост: нам важно, чтобы разработчики знали о самом интересном из того, что выпустили наши поставщики.

Возникает еще один вопрос: что делать, если вы — не разработчик или живете вне пределов России, но, тем не менее, хотите читать журнал «Новости электроники»? Ответ: читать его электронную версию на сайте *www.compeljournal.ru.* Наш журнал — единственный в отрасли, который целиком выкладывается в сеть одновременно с выходом бумажного номера. Более того — электронная версия журнала дает дополнительные возможности: по прочтении заинтересовавшей статьи можно перейти на сайт компании КОМПЭЛ, чтобы узнать о наличии/цене компонента на складе компании, или отправить запрос на поставку по электронной почте. Упоминаемые в статьях изделия к моменту выхода журнала всегда имеются на складе компании в Москве. На сайте журнала выложен архив всех статей, начиная с 2005 года, с удобной навигацией.

Тема первого в 2010 году номера журнала — датчики. В последнее время эта группа товаров настолько активно развивается, что мы планируем в середине года выпустить еще один номер журнала, посвященный датчикам. В нашем ассортименте поставок есть и специальные датчики для промышленной электроники и приборостроения от компаний **Honeywell** и **Omron,** и термостаты **Sensata,** и датчики перемещения/ускорения **STMicroelectronics,** и термодатчики **Maxim** и **ON Semiconductor.** Если вам нужны датчики — обращайтесь к нам.



С уважением,
Геннадий Каневский

Сергей Шемякин (КОМПЭЛ)

HONEYWELL – НОМЕР ОДИН В МИРЕ ДАТЧИКОВ



В статье дан краткий обзор ***платиновых датчиков температуры*** *серии* ***700-xxx,*** *обладающих стабильной и близкой к линейной зависимостью сопротивления от температуры;* ***датчиков расхода газа,*** *имеющих очень малое время отклика (около 1 мс);* ***датчиков тока*** *и* ***датчиков положения, использующих эффект Холла*** *и позволяющих решить множество задач в области силовой электроники;* ***датчиков влажности*** *серии* ***HIH-3610-xxx*** *и* ***HIH-4000-xxx*** *и* ***датчиков давления*** *серии* ***24PC, 26PC*** *и* ***MLH.***

Honeywell

Американская компания **Honeywell** является крупнейшим производителем датчиков и выключателей с 1974 года. Российские разработчики не раз убеждались в высоком качестве продукции этой компании. Ниже будут рассмотрены некоторые популярные виды датчиков Honeywell.

Платиновые датчики температуры

Платина обладает очень стабильной и практически линейной зависимостью сопротивления от температуры, поэтому она используется как материал для датчиков температуры. К преимуществам платиновых датчиков можно отнести следующие:

- Высокая линейность преобразования, стабильность, точность и повторяемость;
- Химическая стабильность;
- Биологическая инертность;
- Способность выдерживать высокие температурные нагрузки;
- Малые габариты;
- Долговечность.

Honeywell производит очень широкий спектр платиновых датчиков температуры в различных конструктивных исполнениях с сопротивлением (при 0°C) R_0 = 100 Ом и R_0 = 1000 Ом. Эти датчики нашли широкое применение как в узлах для промышленной автоматики и прецизионной измерительной техники, так и в потребительской электронике.

Наиболее популярной на российском рынке продолжает оставаться серия **HEL-700-xxx** (рис. 1), которую Honeywell производит уже довольно давно. Следом за ней Honeywell создала и также успешно продвигает терморезистивные датчики серии **700-xxx** (характеристики некоторых из них приведены в таблице 1), которые отличаются от HEL-700-xxx сверхминиатюрным исполнением (рис. 2), позволяющим получить очень низкое время отклика и снизить массогабаритные параметры изделия. Датчики 700-xxx производятся в выводном и SMD-исполнении по тонкопленочной технологии, которая заключается в осаждении сплавов платины на керамическое основание и дальнейшей подгонкой R_0 к 100 или 1000 Ом.

Датчики расхода газа

Датчики измерения расхода газа косвенным методом (рис. 3), основанные на перерасчете сигналов, полученных прецизионными датчиками температуры или абсолютного (дифференциального) давления, в последние годы все больше вытесняют традиционные расходомеры с крыльчаткой, обеспечивая лучшие результаты.

Благодаря малым размерам чувствительного элемента, экстремально низкой термической массе и высоким температурным градиентам расходомерам Honeywell свойственны очень малое время отклика (около 1 мс), высокая повторяемость и низкий гистерезис. Ввиду очень низкой энергии потребления датчики Honeywell совершенно безопасны. Все эти преимущества вместе с компактным дизайном сделали эти приборы пригодными для множества различных применений, таких как:

- Системы вентиляции и кондиционирования;
- Системы климат-контроля;



Рис. 1. **Терморезистивный датчик HEL-705-U-0-12-C1** (увеличено)



Рис. 2. **Терморезистивный датчик 700-102AAB-B00** (увеличено)

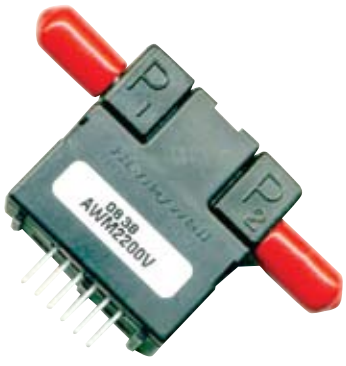


Рис. 3. **Общий вид газового расходомера AWM2200V**

Таблица 1. **Сравнительные характеристики новых платиновых датчиков температуры 700-й серии Honeywell**

Наименование	Температурный диапазон, °C	R_0, Ом	α, °C^{-1}	Разброс R_0, %	Класс точности	Время отклика вода/воздух, с	Размер, мм
700-101BAA-B00	-70…500	100	0,003850	±0,04%	A	0,4/2,0	2,1x2,3x0,9
700-101BAB-B00	-70…500	100	0,003850	±0,04%	B	0,4/2,0	2,1x2,3x0,9
700-102AAB-B00	-70…500	1000	0,003750	±0,04%	B	0,4/2,0	2,1x2,3x0,9
700-102AAC-B00	-70…500	1000	0,003750	±0,04%	2B	0,4/2,0	2,1x2,3x0,9
701-101BAA-B00	-70…500	100	0,003850	±0,04%	A	0,4/2,0	1,2x1,7x0,9
701-101BAB-B00	-70…500	100	0,003850	±0,04%	B	0,4/2,0	1,2x1,7x0,9
701-102AAB-B00	-70…500	1000	0,003750	±0,04%	B	0,4/2,0	1,2x1,7x0,9
701-102BAB-B00	-70…500	1000	0,003850	±0,04%	B	0,4/2,0	1,2x1,7x0,9
702-101BBB-A00	-50…130	100	0,003850	±0,06%	B	0,4/2,0	1,4x2,3x0,52 SMD (0805)
702-102BBB-A00	-50…130	1000	0,003850	±0,06%	B	0,4/2,0	1,4x2,3x0,52 SMD (0805)
703-101BBB-A00	-50…130	100	0,003850	±0,06%	Class B	0,4/2,0	1,65x3,25x06 SMD (1206)
703-102BBB-A00	-50…130	1000	0,003850	±0,06%	Class B	0,4/2,0	1,65x3,25x06 SMD (1206)

Таблица 2. **Основные технические характеристики газовых расходомеров Honeywell, имеющих милливольтовый выход**

Наименование	Диапазон измерения, см^3/мин	Калибровочный газ	Выходной сигнал, мВ	$U_{пит}$, В	$P_{потр.}$ макс., мВт	Температурный дрейф смещения, мВ	Повторяемость и гистерезис, %	Максимальное время отклика,с	$T_{РАБ}$, °C
AWM2100V	±200	воздух	30,0 при 100 см^3/мин	10,0	–	±0,20	±0,35	–	-20…85
AWM2200V	±10 мбар	воздух	20,0 при 5 мбар	10,0	50,0	±0,20	±0,35	3,0	-20…85
AWM2300V	±1000	воздух	50,0 при 650 см^3/мин	10,0	50,0	±0,20	±1,00	3,0	-20…85
AWM42300V	±1000	азот	54,7 при 1000 см^3/мин	10,0	60,0	±0,20	±0,50	3,0	-40…125
AWM92100V	±200	воздух	77,0 при 200 см^3/мин	10,0	50,0	±2,00	±0,35	1,0	-20…85

- Системы распределения кислорода в больницах;
- Аппараты искусственной вентиляции легких;
- Газовые хроматографы;
- Системы контроля утечки газов.

По степени интеграции все датчики расхода газа Honeywell можно условно разбить на две группы: датчики с милливольтовым выходом и датчики с нормализованным выходным сигналом. Первая группа характеризуется невысокой стоимостью, но требует внешней схемы управления нагревателем, питания микромоста и инструментального усилителя сигнала. Следует отметить, что в технической документации на такие приборы всегда даются простые варианты практической реализации этих схем. В таблице 2 приведены основные технические характеристики датчиков с милливольтовым выходом, которые требуют внешней обвязки. Ко второй группе следует отнести полностью интегрированные приборы с нормализованным выходом. Эти датчики имеют все необходимые встроенные схемы управления и обработки сигнала. Характеристики некоторых из таких датчиков приведены в таблице 3.

Датчики тока на основе эффекта Холла компании **Honeywell** позволяют решить множество задач в области силовой электроники, возникающих при создании систем обратной связи в электроприводном оборудовании управления и защиты, а также при измерении и контроле постоянного, переменного и импульсного токов в широком диапазоне с высокой точностью.

Как видно из таблиц 2 и 3, верхний предел измерения датчиков Honeywell составляет 2x10^5 см^3/мин. Измерение больших объемов расхода газа производится методом использования обводного канала, который отбирает на себя часть потока газа. На сайте компании Honeywell имеется подробное описание методики проектирования и расчета подобных систем.

При эксплуатации датчиков очень важно учитывать химическую совместимость материалов, из которых изготовлены датчики, с газами, расход которых измеряется. Датчики расхода газа Honeywell имеют ограниченное количество контактирующих с внешней средой материалов (кремний, нитрид кремния, золото, оксид алюминия, эпоксидный уплотнитель, фтороуглерод, полиэфир, полиэфирамид и нержавеющая сталь). Использование в конструкции датчика этих, химически относительно неактивных, компонентов позволяет приборам уверенно работать с множеством различных газовых сред при относительной влажности до 95%. Таблица совместимости с различными газами имеется на сайте Honeywell.

Датчики тока и датчики положения, использующие эффект Холла

Специалисты утверждают, что нет достаточно четкого различия между датчиками тока на эффекте Холла и датчиками положения, основанными на том же принципе, т.к. и те и другие реагируют на напряженность маг-

Таблица 3. **Сравнительные характеристики некоторых датчиков расхода газа Honeywell с нормализованным выходным сигналом**

Наименование	Диапазон измерения, $см^3/мин$	Калибровочный газ	Выходной сигнал, В	$U_{пит}$, В	$P_{потр.}$ макс., мВт	Температурный дрейф смещения, мВ	Повторяемость и гистерезис, %	Максимальное время отклика, с	$T_{РАБ}$, °C
AWM3150V	+30	воздух	3,4 В при 25 $см^3/мин$	10,0	50,0	±100,0	±1,00	1,0	-25…85
AWM3300V	+1000	воздух	5,0 В при 1000 $см^3/мин$	10,0	60,0	±25,0	±1,00	3,0	-25…85
AWM43300V	+1000	азот	5,0 В при 1000 $см^3/мин$	10,0	60,0	±25,0	±0,50	3,0	-25…125
AWM43600V	+6000	азот	5,0 В при 6000 $см^3/мин$	10,0	75,0	±25,0	±1,00	3,0	-25…125
AWM5104VN	+20000	азот	5,0 В при 20000 $см^3/мин$	10,0	100,0	±50,0	±0,50	8,0	-20…70
AWM720P1	+200000	воздух	5,0 В при 200000 $см^3/мин$	10,0	60,0	±25,0	±0,50	6,0	-25…85

нитного поля, независимо от причины его возникновения. Некоторые датчики положения можно использовать в качестве простейших датчиков тока, о чем говориться в инструкциях по их применению.

Тем не менее, в данной обзорной статье мы решили придерживаться традиционного разделения датчиков Холла на датчики тока и датчики положения, как это принято в самой компании Honeywell. И именно в соответствии с такой классификацией они разбиты на товарные группы на сайте компании Honeywell.

Датчики тока на эффекте Холла компании Honeywell

Датчики тока на основе эффекта Холла компании Honeywell (рис. 4) позволяют решить множество задач в области силовой электроники, возникающих при создании систем обратной связи в электроприводном оборудовании управления и защиты, а также при измерении и контроле постоянного, переменного и импульсного токов в широком диапазоне с высокой точностью.

К главным достоинствам этих датчиков следует отнести отсутствие потерь мощности, вносимых в систему (и как следствие – отсутствие выделения теплоты); хорошую электрическую изоляцию; широкий диапазон частот и возможность измерения постоянных токов. Недостатком этого метода по сравнению с другими (резистивным методом и методом использования токового трансформатора) является необходимость внешнего источника питания.

Компания Honeywell выпускает широкую линейку датчиков тока на эффекте Холла. Это датчики тока открытого типа, компенсационного типа и открытого типа с логическим выходом.

Датчики тока открытого типа предназначены для бесконтактного измерения постоянного, переменного и импульсного токов в диапазонах ±57…±950 А.

Датчики тока открытого типа компании Honeywell построены на базе интегрированных линейных датчиков Холла **91SS12-2** и **SS94A1** (производятся Honeywell), обладающих повышенной температурной стабильностью и линейностью характеристики. Датчики имеют аналоговый выход, напряжение на котором прямо пропорционально величине тока, протекающего через контролируемый проводник. При нулевом токе на выходе действует напряжение смещения, равное половине напряжения источника питания. Размах выходного напряжения, а следовательно и чувствительность, линейно зависят от напряжения источника питания ($0,25 \cdot Uпит < Uвых < 0,75 \cdot Uпит$). В таблице 4 приведены основные технические характеристики датчиков тока открытого типа.

Датчики тока компенсационного типа позволяют бесконтактным способом измерять постоянный, переменный и импульсный токи в диапазонах ±5… ±1200 А.

Ток, протекающий через контролируемый проводник, создает пропорциональное величине тока магнитное поле, которое концентрируется внутри кольцевого магнитопровода и воздействует на линейный интегрированный датчик Холла. Сигнал датчика поступает на усилитель постоянного тока, нагрузкой которого является катушка отрицательной обратной связи. Катушка создает в магнитопроводе противоположное по направлению магнитное поле, полностью компенсирующее исходное. Выходом датчика служит второй вывод катушки. Таким образом, выходной сигнал (ток) пропорционален величине тока в контролируемом проводнике и числу витков катушки обратной связи.

В таблице 5 приведены основные технические характеристики датчиков тока компенсационного типа.

Датчики тока с логическим выходом позволяют обнаружить превышение тока



Рис. 4. **Датчик тока на эффекте Холла CSLA1EL**



Рис. 5. **Датчик положения SS41 на эффекте Холла** (увеличено)

выше определенного значения в контролируемом проводнике и сформировать логический сигнал тревоги. Значение порога срабатывания определяется моделью датчика и может иметь следующие значения: 0,5; 3,5; 5,0; 7,0; 10,0 и 54,00 А. Порог срабатывания может быть установлен меньше номинального значения путем увеличения числа витков проводника вокруг кольца датчика.

Датчики положения на эффекте Холла

Классический эффект Холла лежит также 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

Таблица 4. **Основные технические характеристики некоторых датчиков тока открытого типа компании Honeywell**

Наименование	Диапазон (амплитудное значение), А	Чувствительность, мВxN[1)]		Напряжение смещения, В	Температурный дрейф смещения, %/С	Время отклика, мкс	Iпит, мА	Uпит, В
		Номинальное значение	Отключение					
Линейные датчики тока на базе сенсора 91SS12-2, выходной каскад – PNP открытый коллектор, вертикальный монтаж								
CSLA1CD	±57	49,6	5,8	Uпит/2	±0,05	3	19	8…16
CSLA1CE	±-75	39,4	4,4					
CSLA1DE	±75	39,1	4,8					
CSLA1CH	±150	19,6	1,8					
CSLA1DJ	±225	13,2	1,2					
CSLA1EJ	±225	13,2	1,5					
CSLA1DK	±325	9,1	1,7					
CSLA1EL	±625	5,6	1,3					
Линейные датчики тока на базе сенсора SS94A, выходной каскад – двухтактный PNP+NPN, вертикальный монтаж								
CSLA2EL	±550	4,3	0,4	Uпит/2	±0,125	3	20	6…12
CSLA2EM	±765	3,1	0,36		±0,007			
CSLA2EN	±950	2,3	0,2					
Линейные датчики тока на базе сенсора 91SS12-2, выходной каскад – PNP открытый коллектор, горизонтальный монтаж								
CSLA1GE	±75	39,4	4,4	Uпит/2	±0,007	3	19	8…16
CSLA1GF	±100	29,7	2,7					

[1)] N – количество витков катушки отрицательной обратной связи.

Таблица 5. **Основные технические характеристики некоторых датчиков тока компенсационного типа компании Honeywell**

Наименование	Диапазон (амплитудное значение), А	Uпит,В	Характеристика катушки		Номинальное значение Iвых, при Iизм	Сопротивление нагрузки при Iном, Ом	Время задержки, мкс	Напряжение изоляции, кВ	Точность, % от Iном
			N	R, Ом					
CSNA111	±70	±15	1000	90	50 мА при 50 А	40…130	<1,0	2,5	±0,5
CSNB121	±100	±15	2000	160	25 мА при 50 А	40…270	<1,0	2,5	±0,5
CSNE151	±5…±36	±15	1000	110	25 мА при 25 А	100…320	<1,0	5	±0,5
CSNE151-100	±90	±12…±15	1000	66	25 мА при 25 А	54…360	<0,2	–	±0,5
CSNE381	±5…±36	±5	1000	110	25 мА при 25 А	0…84	<1,0	5	±0,5
CSNF151	±180	±12…±15	2000	100	50 мА при 100 А	10…75	<0,5	3	±0,5
CSNF161	±150	±12…±15	1000	30	100 мА при 100 А	10…40	<0,5	3	±0,5
CSNG251	±180	±15	2000	100	50 мА при 100 А	0…125	<0,5	–	±0,5
CSNJ481-001	±600	±12…±18	2000	25	150 мА при 300 А	0…70	<1,0	7,5	±0,5
CSNP661	±90	±12…±15	1000	30	50 мА при 50 А	70…195	<0,5	3	±0,5
CSNR151	±200	±12…±15	2000	100	62,5 мА при 125 А	10…40	<0,5	3	±0,5
CSNR161	±200	±12…±15	1000	30	125 мА при 125 А	30…40	<0,5	3	±0,5
CSNR161-002	±200	±12…±15	1000	30	125 мА при 125 А	30…40	<0,5	3	±0,5
CSNT651	±150	±12…±15	1000	100	25 мА при 50 А	40…75	<0,5	3	±0,5
CSNX25	±56	4,75…5,25	2000	50	12,5мА при 25А	0…80	<0,2	–	±0,24

потенциалов при воздействии внешнего магнитного поля. Датчики положения, использующие эффект Холла (рис. 5), делятся на две группы: датчики 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.

Датчики с логическим выходом делятся на:

- *Униполярные* – включаются и выключаются полем одной полярности;
- *Омниполярные* – включаются и выключаются полем одной полярности, но она может быть как положительной, так и отрицательной;
- *Биполярные* – типичные значения напряженностей их включения и выключения одинаковы по величине и имеют разные знаки. На практике производитель нормирует только максимальные значения верхней и нижней границ срабатывания датчиков. В сочетании с достаточно узким дифференциалом (т.е. разностью между напряженностью полей включения и выключения) это приводит к тому, что благодаря технологическому разбросу параметров в серии биполярных датчиков часть из них (если иное не оговорено в технической документации) получаются униполярными;
- *Типа «биполярная защелка» (bipolar latch)* – включаются полем одной полярности, а выключаются полем другой. Благодаря технологическому разбросу параметров, реальная петля гистерезиса этих датчиков не всегда оказывается симметричной относительно оси ординат, на которой отложены уровни выходного сигнала (по оси абсцисс обычно откладывают магнитную индукцию), но, в отличие от случая биполярных датчиков, разброс параметров достаточно мал, и ось ординат всегда пересекает петлю гистерезиса.

Компания Honeywell производит около 10 семейств датчиков магнитного поля с логическим выходом. В таблице 7 приведены технические характеристики некоторых популярных на рынке датчиков магнитного поля с логическим выходом.

Датчики влажности

Среди всех типов существующих на сегодняшний день датчиков для измерения относительной влажности, созданных на основе измерения (как функции влажности) различных физических параметров (емкости, сопротивления, проводимости и

Таблица 6. **Основные технические характеристики некоторых из датчиков тока с логическим выходом, выпускаемых компанией Honeywell**

Наименование	Iвкл. ном, А (при 25°С)	Iвыкл. ном, А (при 25°С)	Uпит, В	Iвых. макс, мА	Uвых(0/1),В	Время задержки, мкс
CSDA1AA	0,5	0,6	6…16	20	0,4	100
CSDA1AC	3,5	0,6	6…16	20	0,4	100
CSDD1EG	10	7,6	4,5…24	40	0,4	60

Таблица 7. **Основные технические характеристики некоторых датчиков положения с логическим выходом компании Honeywell**

Наименование	B вкл., (Гаусс максимум)	B выкл., (Гаусс минимум)	Время задержки, мкс	Iвых макс, мА	Uвых макс, В	Uпит, В
103SR13-A1	400	250	–	20	0,4	4,5…24
517SS16	140	-140	1,5	20	0,4	6…16
55SS16	400	57	0,5	10	0,4	4,5…9
SS41	40	-40	1,5/1	20	0,4	4,5…24
SS411A	20	-20	0,15	20	0,4	3,8…30
SS441A	85	55	0,15	20	0,4	3,8…30
SS443A	145	115	0,15	20	0,4	3,8…30
SS449A	350	275	0,15	20	0,4	3,8…30
SS511AT	20	-20	1,5	20	0,4	-28…+28
SS549AT	350	275	1,5	20	0,4	-28…+28
SS561AT	50	-50	1,5	20	0,4	-28…+28
SS566AT	140	-140	1,5	20	0,4	-28…+28
SR13C-A1	180	75	–	20	0,4	3,8…30
SS351AT (new)	135; -35	120; -10	1,5	20	28	12; 24
SS451A (new)	135; -35	120; -10	1,5	20	28	24

температуры), технология емкостных датчиков получила наибольшее распространение. Благодаря полному диапазону измерения, высокой точности и температурной стабильности они используются как для измерения влажности окружающего воздуха, так и для применения в производственных процессах (рис. 6).

Компания Honeywell производит семейство емкостных датчиков влажности, использующих многослойную структуру. Слой полимера, покрывающий пористый платиновый электрод, служит защитой конденсатора от пыли, грязи и масел. Такая мощная фильтрационная система с одной стороны обеспечивает датчику длительную бесперебойную работу в условиях сильной загрязненности окружающей среды, а с другой стороны – снижает время отклика.

Некоторые модели датчиков Honeywell имеют встроенный платиновый терморезистор сопротивлением 1000 Ом, который расположен с обратной стороны подложки для целей термокомпенсации.

Самые популярные и недорогие семейства **HIH-3610-xxx** и **HIH-4000-xxx,** выполненные в пластмассовом корпусе с открытым кристаллом, ориентированы на массовое производство и идеальны для OEM-потребителей.

Для сравнения в таблице 8 приведены основные электрические и эксплуатационные характеристики некоторых датчиков влажности Honeywell.

Датчики давления

Основой датчиков давления Honeywell является тензочувствительный элемент (сенсор). Он состоит из четырех идентичных пьезорезисторов, имплантированных на поверхность круглой тонкой кремниевой диафрагмы и включенных по схеме моста Уитстона. По сравнению с сенсорами на основе металлических мембран, кремниевые имеют несколько преимуществ: долговременная стабильность параметров благодаря отсутствию у кристалла кремния остаточной деформации после снятия усилия, более высокая тензочувствительность, более высокая точность и линейность преобразования, малые габариты и дешевизна.

Датчики давления Honeywell предназначены для измерения высоких (несколько сот атмосфер), средних (несколько тысяч кПа), малых (десятки кПа) и особо малых (несколько десятков мм.вод.ст.) значений абсолютного, дифференциального и относительного давления сухих и влажных газов, жидкостей, в том числе агрессивных. Датчики измеряют разницу давлений, подведенных с разных сторон диафрагмы, при этом хотя бы одно из них должно быть подано через порт подвода. Давление, используемое с противоположной стороны диафрагмы, определяет тип датчика и является опорным. В зависимости от типа измеряемого давления датчики могут измерять:

- Абсолютное давление;
- Давление относительно существующего на данный момент атмосферного (такие датчики у Honeywell называются Gage);
- Избыточное давление относительно того, которое существовало в момент производства датчика (Honeywell называет их Sealed Gage);
- Разность давлений, подводимых к двум портам датчика.



Рис. 6. **Датчик влажности HIH-4000-0041** (увеличено)

По конструктивному признаку все датчики давления Honeywell подразделяются на две большие группы: пластмассовые (для измерения малых и средних давлений сухих неагрессивных газов) (рис. 7) и металлические (рис. 8). Последние предназначены для работы в агрессивных средах и при высоком давлении. Эти две группы, в свою очередь, подразделяются на семейства, объединенные, как правило, по конструктивному признаку и степени интеграции. В зависимости от вида измеряемого давления смежные члены одного и того же семейства могут иметь отличие в количестве портов подвода среды, в которой измеряется давление.

Всего номенклатура датчиков давления Honeywell насчитывает несколько тысяч приборов. Среди всего многообразия датчиков давления, выпускаемых компанией Honeywell, упомянем две интересные, на наш взгляд, линейки датчиков. Это силиконовые датчики низ-

Таблица 8. **Сравнительные характеристики датчиков влажности Honeywell**

Наименование	Диапазон измерения, %RH	Гистерезис, ±%RH	Повторяемость, ±%RH	Время отклика, с	Uпит, В	Iпит, мА	Траб, °С	Калибровочный паспорт
Серия HIH-4000	0…100	3,0	0,50	15,0	4,0…5,8	0,20	-40…85	Есть в некоторых разновидностях
Серия HIH-4030/4031 (new)	0…100	3,0	0,50	5,0	4,0…5,8	0,5	-40…85	
Серия HIH-5030/5031 (new)	0…100	2,0	0,50	5,0	2,7…5,5	0,2…0,5	-40…85	–

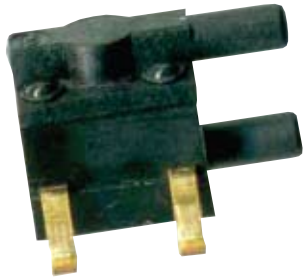


Рис. 7. **Силиконовый датчик давления 26PC155MT** (увеличено)



Рис. 8. **Стальной датчик давления MLH100PSB01A**

кого давления **24PC, 26PC** и стальные датчики давления серии **MLH.**

Корпус силиконовых датчиков низкого давления 24PC и 26PC (названных так потому, что тензочувствительный элемент погружен в силиконовый субстрат) выполнен из пластмассы. Они рассчитаны на диапазон давлений 1…250 фунтов на кв. дюйм (6890 Па…1720 кПа).

Стальные датчики давления серии MLH (выпускаются компанией Honeywell с конца 2005 года), в отличие от силиконовых, имеют дополнительную защитную мембрану из латуни или нержавеющей стали. Давление на сенсор подается сначала через нее, а потом через слой силиконового геля (как в силиконовых датчиках). Что касается конструктивного исполнения, то здесь важно отметить, что порт давления может иметь резьбу различных стандартов. Тип электрического разъема также варьируется. Диапазон измеряемых давлений у различных моделей этой серии колеблется в пределах 0…50 фунтов на кв. дюйм (0…345 кПа) у одних датчиков и 0…8000 фунтов на кв. дюйм (0…55200 кПа) у других. Диапазон рабочих температур и термокомпенсации лежит в пределах -40…125°C, а точность измерения находится на уровне ±0,25%. Имеются четыре варианта выходного сигнала (милливольтовый, пропорциональный, нормированный и токовый) с несколькими градациями размаха выходного напряжения. Все это позволяет легко состыковать прибор с любым промышленным контроллером, устройством сбора и обработки информации и АЦП.

Литература

Сайт подразделения «Сенсорный контроль» компании Honeywell: ***http://content.honeywell.com/sensing/products***

А.Маргелов «Новые платиновые датчики температуры». (НЭ №1, 2007) ***http://www.compeljournal.ru/enews/2007/1/6***

А.Маргелов «Датчики расхода газа компании Honeywell». (Chip News №4, 2006)

А.Маргелов «Датчики влажности компании Honeywell». (Chip News №9, 2005)

А.Маргелов «MLH – новая серия датчиков давления Honeywell». (НЭ №1, 2006)

А.Маргелов «Датчики тока компании Honeywell». (Chip News №5 (98), 2005)

А.Еманов «Датчики на эффекте Холла компании Honeywell». (НЭ №14, 2007) ***http://www.compeljournal.ru/enews/2007/14/5***

Н. Семенков «Датчики Honeywell». ***http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/publ/sensor/honey_sensor.htm***



Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: sensors.vesti@compel.ru*

Константин Староверов

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ ХОЛЛА КОМПАНИИ HONEYWELL



*В статье приведен обзор интегральных **датчиков** компании **Honeywell**, основанных на **эффекте Холла.** Рассматриваются новинки, обладающие множеством особенностей, которые позволяют снизить себестоимость конечной продукции, а также улучшить ее надежность и экономичность. **Всеполярные датчики SS351AT, SS451A** дают возможность уменьшить затраты на сборку (или монтаж) датчика, использовать низковольтное питание, а также обладают улучшенной температурной стабильностью. Рассматриваемые в статье датчики Холла идеальны для построения импульсных **датчиков скорости** и дискретных **датчиков положения** в разнообразных устройствах промышленного и бытового назначения.*

Honeywell

Эффект Холла в классическом понимании был открыт еще в 1879 году Эдвином Холлом. Данный эффект заключается в формировании поперечной разности потенциалов в проводнике с током, помещенном в магнитное поле. Однако практическое применение данный эффект нашел сравнительно недавно – примерно 30 лет назад, когда стали доступными полупроводниковые технологии, позволившие создать недорогие и практичные твердотельные датчики. Такие датчики широко используются в системах, где возможно преобразование контролируемой величины в изменение магнитного поля, которое впоследствии легко проконтролировать датчиком Холла. К числу таких величин относятся переменный/постоянный ток или напряжение, давление, температура, скорость, вибрация и др. Кроме того, эффект Холла идеален для построения разнообразных датчиков положения, которые находят обширное применение в системах автоматики; в технике бытового, коммерческого, медицинского, научного и промышленного назначений; на транспорте и в современных приводах. В настоящий момент индустрия таких датчиков переживает расцвет, а компания Honeywell, крупнейший в мире производитель датчиков, активно продвигает на рынок изделия указанных типов.

Ассортимент «холловских» датчиков Honeywell в основном представлен интегральными приборами в корпусах для поверхностного или сквозного монтажа. В общем случае такие датчики представляют собой трехвыводной прибор с двумя выводами питания и одним аналоговым или цифровым выходом. Их ассортимент и краткие рабочие характеристики представлены в таблице 1. Датчики доступны в корпусах трех типов, в т.ч. SOT-23, SOT-89 (для поверхностного монтажа) и SIP (для сквозного монтажа), который также можно назвать плоской версией популярного корпуса TO-92 (см. рисунок 1).

В ассортименте **Honeywell** имеются несколько датчиков Холла с повышенной степенью интеграции. Датчики серии **SS421** предназначены для обнаружения недопустимого снижения частоты вращения двигателя или вентилятора. Они активизируют свой выход, когда частота следования импульсов на выходе встроенного цифрового датчика Холла становится ниже порогового уровня. Датчик **VF526DT** объединяет два независимых датчика Холла и логику обнаружения направления движения.

В зависимости от вида передаточной функции (ПФ) датчики разделяются на линейные и цифровые (см. рисунок 2). Как видно из рисунка, цифровые датчики работают как управляемые магнитным полем коммутаторы, которые активизируют свой выход при одном его уровне и отключают при другом. Отсюда происходит их альтернативное наименование – магнитоуправляемые коммутаторы. В зависимости от знака пороговых уровней, цифровые ПФ разделяются на униполярную, биполярную и всеполярную. Униполярные датчики реагируют на магнитное поле определенного знака (положительное или отрицательное), поэтому в конечном применении они требуют определенной ориентации полюсов магнита. Данная особенность вызывает некоторые неудобства при сборке или установке датчиков, и в связи с этим были разработаны всеполярные датчики, которые равным образом реагируют на приближение северного и южного

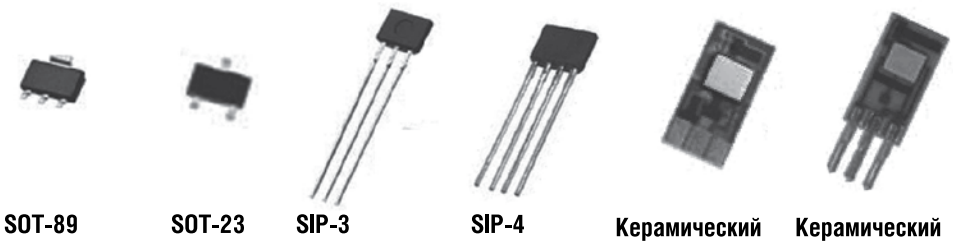


Рис. 1. **Корпуса датчиков Холла компании Honeywell**

Таблица 1. **Ассортимент датчиков Холла компании Honeywell**

Наименование	Передаточная функция	Напряжение питания, В	Потребляемый ток, мА (не более)	Направление выходного тока	Корпус	Рабочий температурный диапазон, °С
SS30AT[1] **SS40A SS50AT**	Цифровая биполярная	4,5…24	10	втекающий	SOT-23 SIP-3 SOT-89B	-40…125
SS311PT SS411P	Цифровая биполярная	2,7…7	14	втекающий	SOT-23 SIP-3	-40…150
Серия SS340RT Серия SS440R	Цифровая унипополярная	3…24[2] 3…24	8	втекающий	SOT-23 SIP-3	-40…150
SS351AT SS451A	Цифровая всеполярная	3…24[2] 3…24	9	втекающий	SOT-23 SIP-3	-40…150
SS361RT SS461R	Цифровая истинная биполярная	3…18[2] 3…18	8	втекающий	SOT-23 SIP-3	-40…150
Серия SS400 Серия SS500	Цифровая унипоряроная, биполярная или истинная биполярная	3,8…30	10 8,7 (5 В)	втекающий	SIP-3 SOT-89	-40…150
Серия SS41 Серия SS51T	Цифровая биполярная	4,5…24	15	втекающий	SIP-3 SOT-89	-40…150
Серия SS421	Цифровая биполярная	4,5…16	15	втекающий	SIP-4	-40…105
SS42R	Цифровая истинная биполярная (симметричная)	4,5…16	11	втекающий или вытекающий	SIP-4	0…100
SS46	Цифровая истинная биполярная (симметричная)	4,5…24	10	втекающий	SIP-3	-40…150
VF526DT	Цифровая истинная биполярная (2 канала)	3,4…24	14	втекающий (2 канала)	SOT-89	-40…125
Серия 91SS	Линейная	8…16	19	вытекающий	Керамич. SIP-3, керамич. с ламелями	-40…150
Серия SS490 Серия SS491B	Линейная	4,5…10,5	10	втекающий или вытекающий	SIP-3	-40…150
Серия SS49E Серия SS59ET	Линейная	2,7…6,5	10	вытекающий	SIP-3 SOT-89	-40…100
Серия SS94	Линейная	4,5…12,6	30	втекающий или вытекающий	Керамич. SIP-3, керамич. с ламелями	-40…150

Примечания:
1. Красным цветом выделены новики 2009 года.
2. Исключение: при работе с температурами более 125°С диапазон напряжения питания ограничен до 3…12 В.

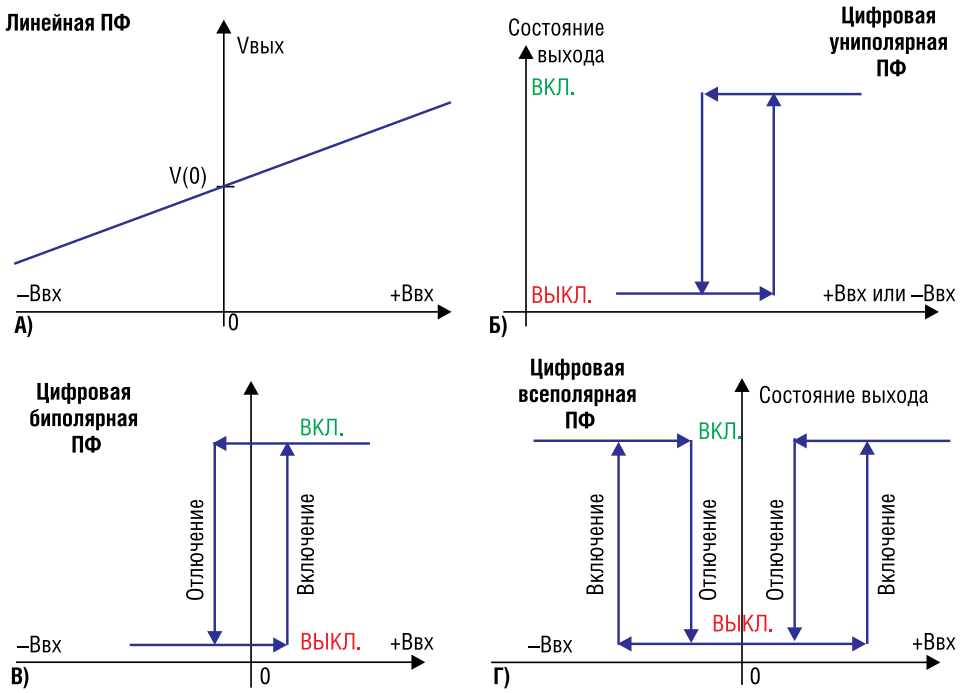


Рис. 2. **Передаточные функции датчиков Холла**

полюсов магнита, и поэтому некритичны к их ориентации. Необходимо отметить, что представленные на рисунке 2 цифровые ПФ для простоты восприятия имеют идеализированный вид. Фактические пороги включения и отключения могут варьироваться в зависимости от температуры, а также от одного датчика к другому. Эту особенность важно учитывать при выборе биполярных датчиков. Идеальный биполярный датчик, как показано на рисунке 2, реагирует на смену знака магнитного поля, активизируясь при положительном знаке и отключаясь при отрицательном. Однако в реальности, ввиду возможного разброса порогов включения/отключения в достаточно широких пределах, вероятно смещение ПФ вдоль оси абсцисс. Проще говоря, среди приобретенных биполярных датчиков некоторое количество на практике может оказаться униполярными, причем реагирующими либо на положительное магнитное поле, либо на отрицательное. Однако в ассортименте Honeywell есть датчики и с гаранти-

рованной биполярностью передаточной функции. В таблице 1 передаточные функции таких датчиков отмечены как «истинная биполярная». Кроме того, в таблице отмечена часть истинных биполярных датчиков, для которых гарантируется симметричность ПФ относительно оси ординат.

Помимо ПФ, датчики также различаются схемотехникой выходного каскада. Она может быть однотактной (выходной ток может протекать только в одном из направлений) и двухтактной (выходной ток может протекать в любом из направлений). Выходной каскад большинства цифровых датчиков выполнен по схемотехнике с открытым коллектором, при которой допускается протекание только втекающего тока (т.е. нагрузка управляется по отношению к плюсу питания). Исключения: **SS311PT, SS411P** со встроенным подтягивающим резистором к плюсу питания и **SS42R** с двумя двухтактными комплементарными выходами. Также необходимо отметить, что под активным состоянием выхода цифрового датчика (ВКЛ согласно рисунку 2) понимается нахождение выхода в низком состоянии. Исключением является упомянутый только что четырехвыводной датчик SS42R, у которого имеется дополнительный выход с активным высоким уровнем.

В представленном ассортименте имеются несколько датчиков с повышенной степенью интеграции. Речь идет о биполярных датчиках **SS421** и **VF526DT**. Датчики серии SS421 предназначены для обнаружения недопустимого снижения частоты вращения двигателя или вентилятора. Они активизируют свой выход, когда частота следования импульсов на выходе встроенного цифрового датчика Холла становится ниже порогового уровня. Порог и задержка срабатывания задаются путем подключения к специальному выводу RC-цепи с соответствующими параметрами. В свою очередь, VF526DT объединяет два независимых датчика Холла и логику обнаружения направления движения. Таким образом, пользователю, помимо импульсного выхода SPEED, также доступен выход DIRECTION, сигнализирующий о текущем направлении движения.

Многие представленные в таблице 1 датчики являются новинками 2009 года (выделены красным цветом). Новые датчики обладают множеством особенностей, позволяющих снизить себестоимость конечной продукции, а также улучшить ее надежность и экономичность. К источникам снижения себестоимости новых датчиков можно отнести следующие:

- доступность датчиков в более компактных корпусах SOT-23, упакованных в ленту на бобину (более низкая стоимость самого корпуса, возможность снижения размеров платы, более дешевая технология монтажа);
- доступность датчиков с повышенной чувствительностью (возможность применения более дешевых магнитных материалов и более компактной магнитной системы);
- встроенная защита от подачи питания неверной полярности исключает необходимость ее внешней реализации;

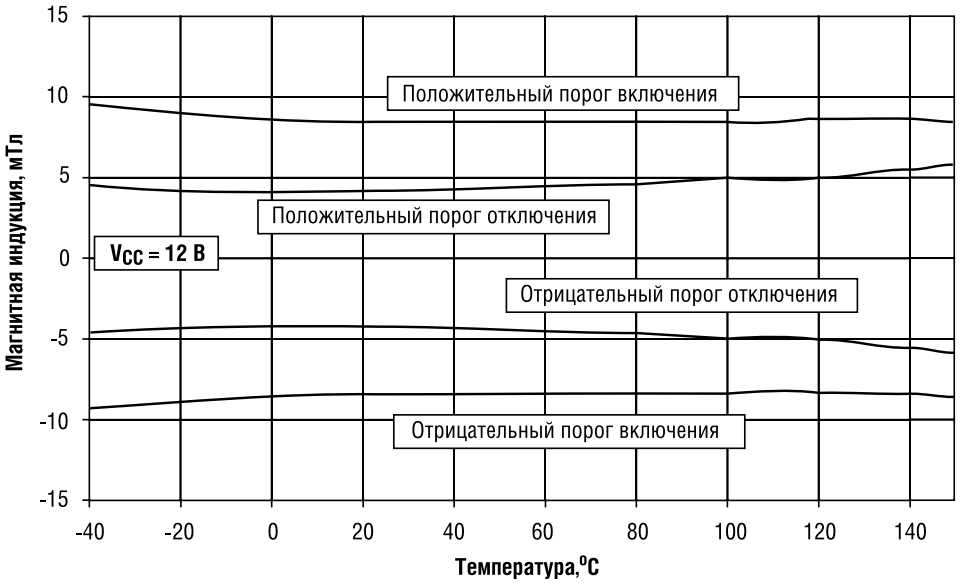


Рис. 3. **Графики зависимости порогов срабатывания от температуры датчиков SS451A и SS351AT**

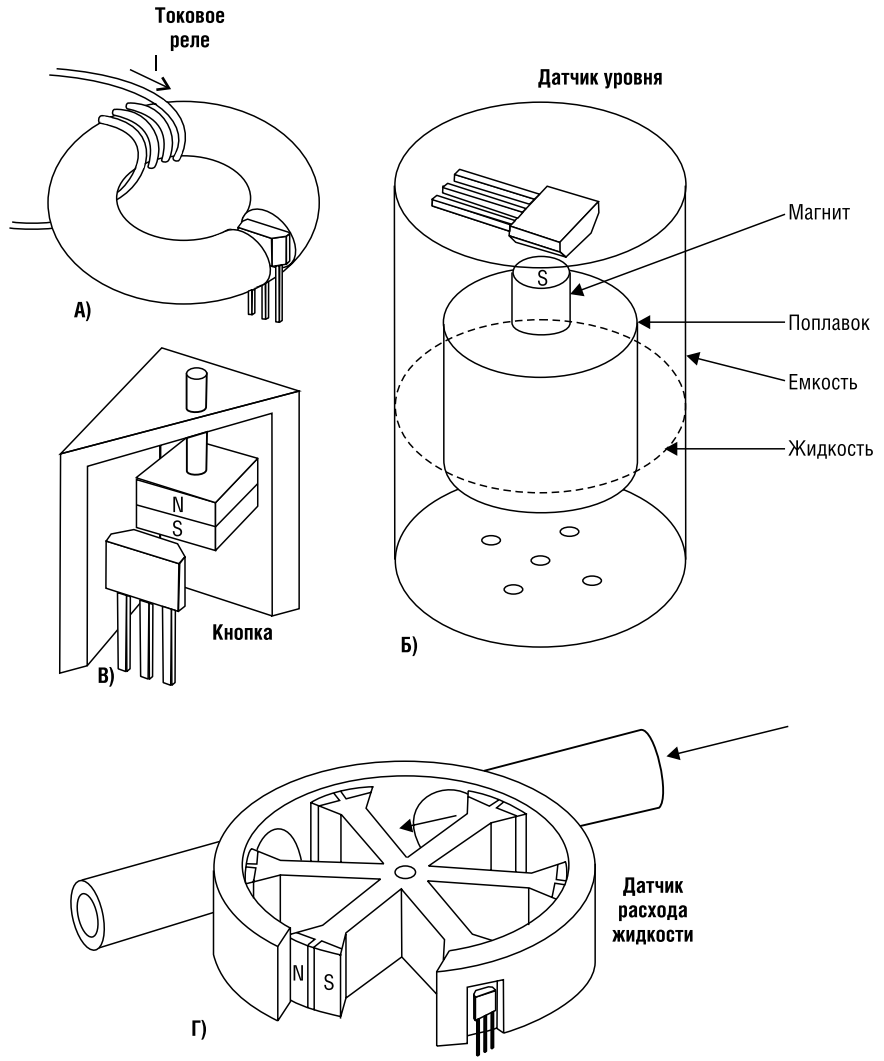


Рис. 4. **Примеры областей применения цифровых датчиков Холла**

Таблица 2. **Рабочие характеристики линейных датчиков Холла серии SS490**

Характеристика	SS495A	SS495A1	SS495A2	SS495B	SS496A	SS496A1	SS496B
Входной диапазон (typ), мТл	±67	±67	±67	±67	±84	±84	±84
Размах выходного напряжения (typ), В	0,2…VS-0,2						
Выходное напряжение V(0) (Vs=5 В), В	2,5±0,075	2,5±0,075	2,5±0,1	2,5±0,15	2,5±0,075	2,5±0,075	2,5±0,15
Чувствительность, В/Тл	31,25±1,25	31,25±0,94	31,25±1,56	31,25±2,5	25±1	25±0,75	2,5±2
Линейность (не более), %	-1,5						
Температурный дрейф V(0) (не хуже), %/°C	±0,06	±0,04	±0,07	±0,08	±0,048	±0,03	±0,06
Температурный дрейф чувствительности (не хуже), %/°C	-0,01 +0,06	-0,02 +0,06	-0,02 +0,07	-0,02 +0,06	-0,01 +0,6	-0,01 +0,06	-0,02 +0,06

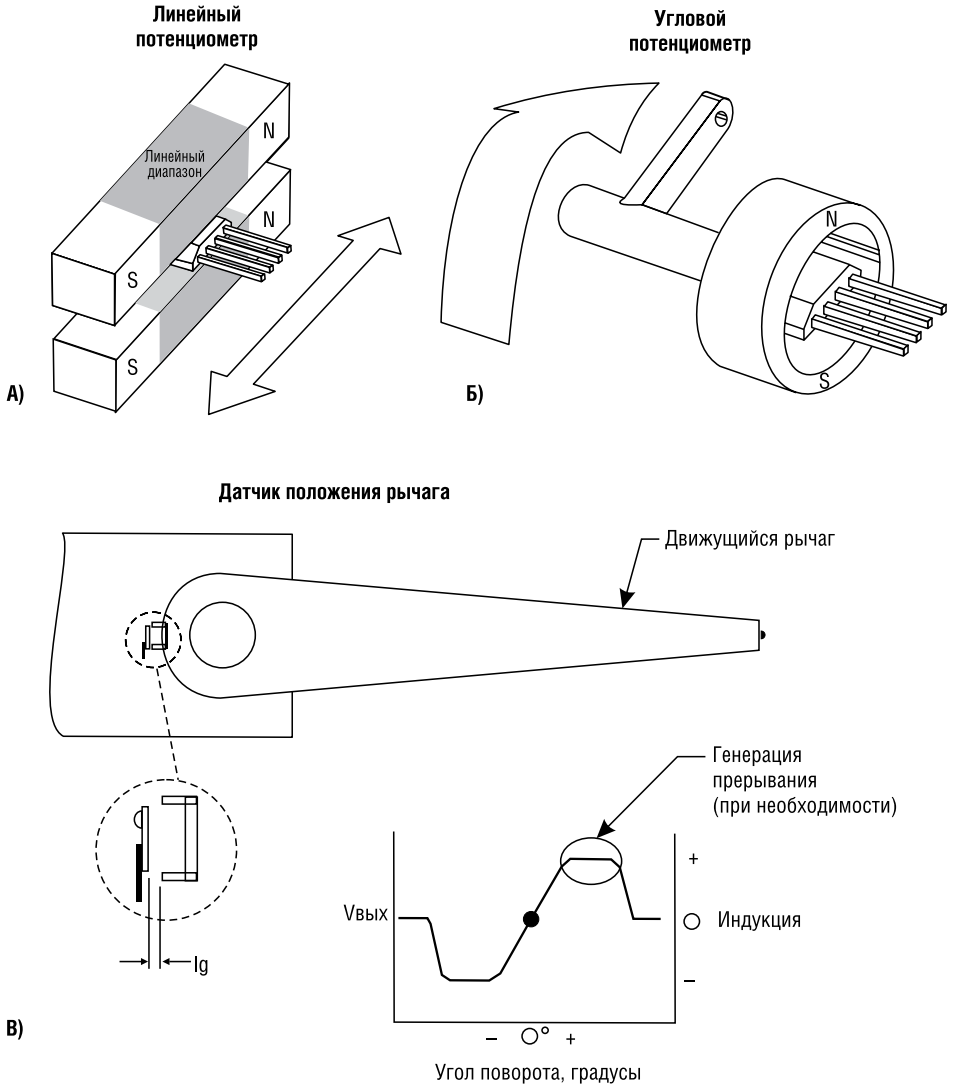


Рис. 5. **Примеры областей применения линейных датчиков Холла**

• расширение нижней границы напряжения питания до 3 и даже 2,7 В, что обеспечивает простоту применения датчиков в низковольтных системах;

• появление всеполярных датчиков **(SS351AT, SS451A)**, которые по сравнению с униполярными датчиками некритичны к ориентации полюсов магнита, что потенциально дает возможность уменьшить затраты на сборку (или монтаж) датчика;

• доступность датчиков со встроенным на выходе резистором, подтягивающим к плюсу питания (SS311PT, SS411P), что позволяет уменьшить затраты на приобретение и монтаж внешнего резистора в тех применениях, где необходима его установка для формирования уровня логической единицы.

Новые датчики также доступны в традиционном корпусном исполнении SIP, что дает возможность модернизации выпускаемой продукции путем прямой замены на более совершенный аналог с множеством конкурентных преимуществ. Помимо всеполярной ПФ, возможности низковольтного питания, улучшенной экономичности и более высокой чувствительности, к числу таких преимуществ также относится улучшенная температурная стабильность, которая проявляется в несущественной зависимости порогов срабатывания и их симметричности от температуры в пределах широкого диапазона (-40…125/150°C). Убедиться в этом можно на примере графиков зависимости порогов срабатывания от температуры датчиков SS451A и SS351AT, представленных на рисунке 3.

Рассмотренные датчики Холла идеальны для построения импульсных датчиков скорости и дискретных датчиков положения в разнообразных устройствах бытового и промышленного назначения, в т.ч. в устройствах с функцией контроля частоты вращения электродвигателя и контроля концевых положений элементов исполнительных механизмов, в системах автоматизации поточных линий, в робототехнике и т.д. На основе цифровых датчиков Холла также возможна реализация различного рода реле, реагирующих на изменение физической величины, например, давления, расхода, электрического тока, температуры и т.п. Пример такого реле демонстрирует рисунок 4а, где упрощенно представлена конструкция токового реле, предназначенного для сигнализации о токовой перегрузке или о наличии тока в цепи. На этом рисунке также представлены некоторые другие варианты применения цифровых датчиков Холла, в т.ч. датчик уровня поплавкового типа (рис. 4б); кнопка для сложных условий применения, таких как повышенный уровень влаги и пыли, взрывоопасность и др. (рис. 4в); импульсный датчик расходомера, где вращение крыльчатки преобразуется в последовательность импульсов, количество которых пропорционально объему прокачанной по трубе жидкости.

Компания Honeywell также выпускает ряд линейных датчиков Холла (замыкают таблицу 1), которые прекрасно подходят для реализации разнообразных устройств, в т.ч. датчиков тока, вибрации, уровня и положения, считывателей магнитных карт, металлдетекторов и весов. Выходной каскад линейных датчиков Honeywell выполнен по ратиометрической архитектуре, что упрощает их применение за счет

исключения необходимости применения прецизионного ИОН. Это означает, что у этих датчиков напряжение V(0) равно половине напряжения питания. Кроме того, датчики способны измерять как положительные, так и отрицательные значения магнитной индукции. Выпускается множество исполнений датчиков, различающихся входным диапазоном и степенью прецизионности передаточной характеристики. В частности серию **SS490** образуют два датчика с разным входным диапазоном и наклоном передаточной функции, однако каждый из этих датчиков доступен в нескольких исполнениях, различающихся разбросом выходного напряжения и температурной стабильностью (см. таблицу 2). Всего доступно семь исполнений датчиков, и поэтому пользователь получает широкие возможности по оптимизации отношения цена-качество. Датчики SS490 также примечательны тем, что их выходной каскад относится к типу «rail-to-rail», что существенно упрощает работу с выходным сигналом в низковольтной системе.

Некоторые примеры использования линейных датчиков демонстрирует рисунок 5. На рисунках 5а и 5б представлены более износостойкие альтернативы линейного и углового потенциометров. Приведенные конструкции могут служить основой для построения различного рода задатчиков и органов управления. Такие устройства широко используются в устройствах промышленной автоматики. Пример построения линейного датчика положения демонстрирует рисунок 5в. Здесь решается задача контроля углового положения рычага. Закрепленная на нем магнитная система обеспечивает изменение выходного напряжения как функции угла поворота в соответствии с приведенным графиком. Выходное напряжение датчика может быть подано на вход АЦП для ввода в систему информации об угловом положении, а также, опционально — на вход компаратора напряжения для детектирования концевого положения рычага с последующей генерацией прерывания. Как уже упоминалось, обширной областью применения линейных датчиков Холла является контроль тока [1].

Заключение

Компания Honeywell выпускает широкий ассортимент датчиков Холла с цифровой и линейной передаточной функцией. Они доступны в различных исполнениях, предоставляя пользователю возможность наилучшим образом оптимизировать конечное решение по себестоимости и рабочим характеристикам. В обновленной в 2009 году линейке датчиков Холла учтены все современные тенденции миниатюризации, удешевления и повышения экономичности электронной техники: появились датчики в более миниатюрном корпусе SOT-23, улучшены параметры электропитания, а также добавлен ряд других рассмотренных выше функций.

Более детальную информацию по датчикам Холла, а также другим датчикам компании Honeywell можно получить по ссылке ***www.honeywell.com/sensing.***

Литература

1. Маргелов А. Датчики тока компании Honeywell//Новости электроники, №8, 2006 — С. 18-22.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: sensors.vesti@compel.ru



Андрей Никитин

СОВРЕМЕННЫЕ СЕНСОРНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ НА ОСНОВЕ ДАТЧИКОВ S-TOUCH КОМПАНИИ ST MICROELECTRONICS



Применение сенсорных клавиатур и экранов для организации пользовательского интерфейса управления электронными устройствами различного назначения позволяет не только повысить надежность этих устройств и снизить их стоимость, но и сделать работу с ними более удобной и наглядной. В данной статье рассматриваются современные решения компании ***ST Microelectronics*** *в области* ***сенсорных клавиатур*** *и* ***экранов.***

Микросхемы компании ST Microelectronics, поддерживающие сенсорные интерфейсы, можно разделить на два направления:

- микросхемы, поддерживающие интерфейсы сенсорных клавиатур (**Touch Keys**);
- микросхемы, поддерживающие интерфейсы сенсорных экранов (**Touch Screen**).

Сенсорные клавиши (клавиатуры) по функциональному назначению аналогичны механическим. Однако они не имеют механических подвижных частей.

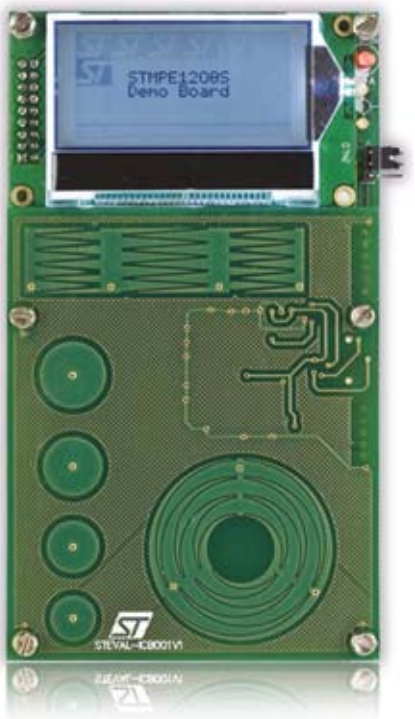


Рис. 1. **Отладочная плата сенсорной клавиатуры STEVAL-ICB001V1**

Сенсорная клавиша представляет собой металлическую площадку на печатной плате, покрытую специальным защитным слоем. При касании около площадки ее емкость изменяется (увеличивается), что фиксируется контроллером. Механическое замыкание каких-либо контактов в таких датчиках отсутствует. На рис. 1 представлена демонстрационная плата **STEVAL-ICB001V1** на базе микросхемы **STMPE1208.** Большинство контроллеров сенсорных клавиш поддерживает, непосредственно, кнопки (*button*), линейные и круговые полосы прокрутки (*slider* и *wheel*, соответственно).

Сенсорные экраны состоят из отображающего экрана, на котором формируется изображение органов управления и другая информация, и прозрачной сенсорной панели, устанавливаемой перед экраном.

Сенсорные панели позволяют определять координаты точки прикосновения в любой области экрана. В зависимости от этих координат компьютер принимает решение об активации какого-либо органа управления, изображенного на экране (принцип, аналогичный действию компьютерной мыши).

Рассмотрим основные преимущества сенсорных устройств по сравнению с традиционными клавиатурными интерфейсами.

Первое. Сенсорные клавиатуры и экраны не содержат механических подвижных узлов, что повышает их надежность, срок службы и снижает стоимость конечного изделия, поскольку исключаются затраты на приобретение механических кнопок, операции сборки и установки клавиатуры.

Второе. Сенсорные экраны предполагают использование графического интерфейса пользователя (*Graphical User Interface, GUI*), то есть комплекса средств, предназначенных для взаимодействия пользователя с устройством. Интерфейс GUI основан на представлении объектов и функций в виде графических компонентов экрана (окон, кнопок, полос прокрутки и т. п.). Этот интерфейс в настоящее время является неотъемлемой частью современных электронных устройств. В принципе, GUI не предполагает обязательного использования сенсорных элементов управления — в первых его применениях (операционные системы и прикладные программы персональных компьютеров) доступ к объектам осуществлялся, главным образом, с помощью компьютерной мыши. Однако применение сенсорных экранов позволяет эффективно реализовать механизмы GUI в тех приложениях, где применение механической клавиатуры или манипуляторов затруднительно и/или экономически нецелесообразно.

Третье. Сенсорные экраны выигрывают в габаритах по сравнению с механическими клавиатурами или другими устройствами позиционирования (джойстик, трекбол и т.п.), лучше интегрируются в конструкцию конечного устрой-

Несмотря на, казалось бы, небольшую номенклатуру, компания **ST Microelectronics** покрывает потребительские ниши от **контроллеров** простейших клавиатур на три кнопки (**STMPE321**) до универсальных клавиатур, использующих **STMPE1208S.**

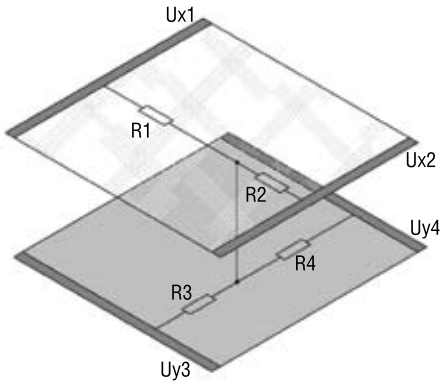


Рис. 2. **Принцип действия четырехпроводного резистивного сенсорного экрана**

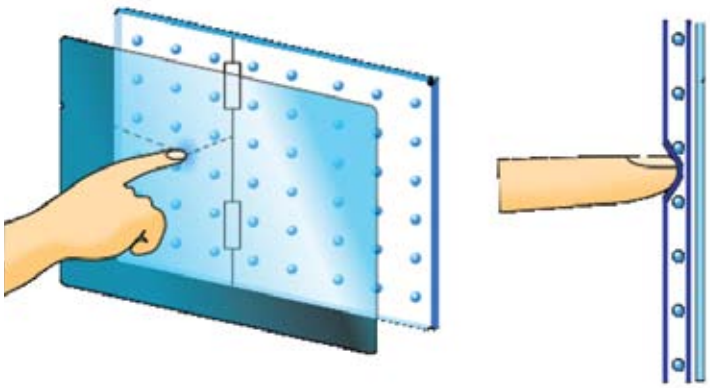


Рис. 3. **Принцип действия пятипроводного резистивного сенсорного экрана**

ства и выглядят более привлекательно с точки зрения дизайна.

В этом смысле показательным является конструктивное исполнение мобильных электронных устройств. Габаритные размеры сотовых телефонов определяются, в первую очередь, размерами клавиатуры, и, во вторую, размерами экрана (жидкокристаллического индикатора). Увеличение размеров экрана при сохранении габаритных размеров телефона – объективная тенденция. Однако увеличить размеры экрана за счет уменьшения клавиатуры нереально – кнопки должны хоть как-то соответствовать размерам пальца. Отсюда два возможных варианта: применение выдвижной (откидывающейся) клавиатуры с механическими клавишами или применение сенсорного экрана и интерфейса GUI. Применение сенсорного экрана является существенно более эффективным способом снижения размеров устройства, поскольку, во-первых, экран и «клавиатура» совмещены и, во-вторых, применение стилуса (своего рода пера для касания экрана) позволяет значительно уменьшить размеры «кнопок» на экране. Излишне говорить о том, что реализация полной клавиатуры или графического интерфейса в мобильных устройствах (например, в смартфонах и PDA) возможна только с использованием сенсорного экрана.

Четвертое. Для пользователя работа с прибором, реализующим графический интерфейс, интуитивно более понятна по сравнению с приборами, использующими механическую клавиатуру. При работе с GUI «клавиатура», прорисованная на экране, является контекстно-ориентированной, то есть отображает только те «виртуальные» элементы управления (кнопки, полосы прокрутки, надписи, индикаторы и т.д.), обращение к которым имеет смысл в текущем состоянии устройства.

Механическая клавиатура вполне материальна: клавиши не исчезают и не появляются, а надписи, выгравированные на панели, не меняются в зависимости от контекста. Количество и назначение клавиш определяется функциями управления во всех возможных режимах работы. При этом пользователь должен помнить назначение многофункциональных клавиш в различных контекстах, а также те клавиши, которые не используются в текущем контексте и нажатие, на которые должно игнорироваться.

Пятое. Во многих приложениях (устройства промышленной автоматики, портативные приборы, медицинская техника и т.п.) использование GUI является желательным, но использование традиционной компьютерной периферии (мышь, клавиатура) весьма затруднительно по многим причинам. В этом случае сенсорный экран является оптимальным решением. Достоинством последнего является также возможность работы при слабой освещенности и даже в полной темноте без дополнительной подсветки, так как сенсорные экраны, как правило, имеют встроенную подсветку.

Шестое. Отдельно следует отметить достоинства применения сенсорных экранов в промышленной аппаратуре, приборах, работающих в тяжелых условиях эксплуатации, и вандалоустойчивых устройствах. Клавиатуры и манипуляторы с защитой от пыли, влаги (например, категория IP65) и агрес-

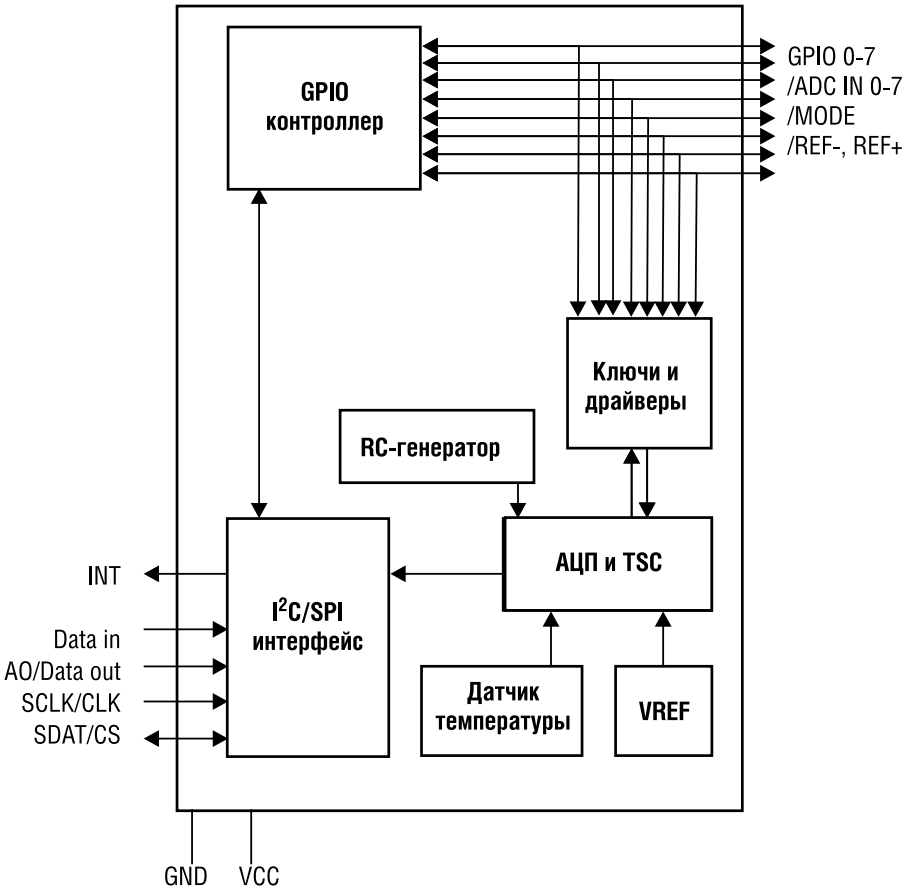


Рис. 4. **Структурная схема контроллера сенсорного экрана STMPE811**

Таблица 1. **Характеристики микросхем контроллеров сенсорных клавиатур**

Микросхема	Корпус	Напряжение питания, В	Интерфейс	Количество		
				Кнопок	Линий IO	Линий ШИМ
STMPE321	QFN12	1,65…1,95	I²C	3	–	–
STMPE821	QFN16	2,7…3,6	I²C	8	–	4
STMPE1208S	QFN40	2,5…5,5	I²C	12	12	–
STMPE1218	QFN40	2,5…5,5	I²C	12	12	4

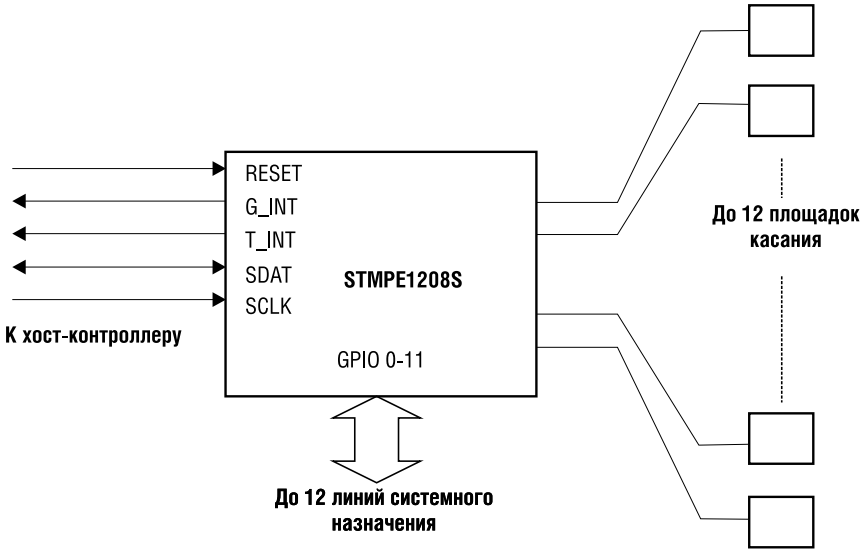


Рис. 5. **Схема включения контроллера сенсорной клавиатуры STMPE1208S**

сивных сред, безусловно, существуют. Однако они достаточно дороги, менее удобны в работе (по сравнению с офисной компьютерной периферией) и имеют меньший ресурс. Применение в подобной аппаратуре сенсорных экранов позволяет реализовать защиту от пыли, влаги, агрессивных сред, механических ударов и т.д. при разумной цене конечного устройства.

Рассмотрим основные приложения, использующие сенсорные экраны.

Мобильная электроника. Механическая клавиатура имеет право на жизнь исключительно в приборах с минимальным числом используемых функций (например, простые мобильные телефоны или MP3-плейеры). Повышение функциональности неминуемо приводит к использованию сенсорного экрана и стилуса. В качестве аргумента: среда Windows 3.11 предполагала возможность работы без мыши – только с клавиатурой. Многие ли пробовали работать в таком режиме? Многим ли такой режим показался удобным?

Банкоматы. Большинство моделей банкоматов (устройств для автоматизированной выдачи наличных денег с использованием платежных карт) используют механическую клавиатуру. Причины, по которым она используется, носят, скорее, не технический, а функциональный характер – возможность скрытого набора pin-кода и снимаемой суммы. В некоторых моделях по краям экрана располагаются механические функциональные клавиши для выбора конкретной операции. Тем не менее, в современных моделях механическая функциональная клавиатура заменяется или дублируется виртуальной клавиатурой на сенсорном экране.

Информационные киоски, то есть автоматизированные устройства, предназначенные для предоставления справочной информации. Поскольку вводимая информация не является конфиденциальной, то механическая клавиатура в большинстве случаев отсутствует – выбор операции осуществляется нажатием виртуальной кнопки на экране. Места установки: банки, медицинские учреждения, гостиницы, выставки, музеи, бизнес-центры.

Промышленная, научная и медицинская аппаратура. Как правило, подобная аппаратура достаточной степени сложности представляет собой встраиваемый компьютер и совокупность контроллеров периферийных устройств (как общего, так и специального назначения). При этом выполняется одна программа, которая запускается автоматически, независимо от оператора. Потребительские преимущества использования графического интерфейса в подобной аппаратуре рассмотрены выше. Применение стандартной мыши и клавиатуры нежелательно, особенно если речь идет не об отдельном приборе, а об их совокупности, объединенной в систему. Целесообразность использования сенсорных экранов очевидна.

В настоящее время сенсорные экраны используют различные технологии, а именно:

- Четырехпроводный резистивный экран.
- Пятипроводный резистивный экран.
- Емкостные экраны.
- Проекционно-емкостные экраны.
- Экраны на поверхностно-акустических волнах.
- Индукционные экраны.
- Сенсорные экраны на сетке инфракрасных лучей.
- Тензометрические экраны.

Микросхемы контроллеров сенсорных экранов компании ST Microelectronics поддерживают резистивную технологию. Рассмотрим ее особенности подробнее.

Четырехпроводный резистивный сенсорный экран состоит из стеклянной панели и гибкой пластиковой мембраны (см. рисунок 2). И на панель, и на мембрану нанесено резистивное покрытие. Пространство между стеклом и мембраной заполнено микроизоляторами, которые равномерно распределены по активной области экрана и надежно изолируют проводящие поверхности. Когда на экран нажимают, панель и мембрана на небольшой окрестности замыкаются, и контроллер с помощью аналогово-цифрового преобразователя регистрирует изменение сопротивления и преобразует его в координаты прикосновения (X и Y). В общих чертах алгоритм считывания таков:

- На верхний электрод подается напряжение питания, а нижний заземляется. Левый и правый электроды соединяются, и на них проверяется напряжение. Это напряжение соответствует Y-координате экрана.
- Аналогично на левый и правый электрод подаются питание и «земля», с верхнего и нижнего электродов считывается X-координата.

Пятипроводной экран более надежен за счет того, что резистивное покрытие на мембране заменено проводящим. На заднем стекле нанесено резистивное покрытие с четырьмя электродами по углам (см. рисунок 3).

Изначально все четыре электрода заземлены, а мембрана «подтянута» резистором к шине питания. Уровень напряжения на мембране постоянно отслеживается аналогово-цифровым преобразователем. Когда ничто не касается сенсорного экрана, напряжение на мембране равно напряжению питания.

Как только на экран нажимают, контроллер отслеживает изменение напряжения мембраны и начинает вычислять координаты касания следующим образом:

- На два правых электрода подается напряжение питания, а левые заем-

ляются. Напряжение на экране соответствует X-координате.

• Y-координата считывается подключением к питанию обоих верхних электродов и к «земле» обоих нижних.

Резистивные сенсорные экраны дешевы и обладают максимальной стойкостью к загрязнению. Резистивные экраны реагируют на прикосновение любым твердым предметом: рукой (голой или в перчатке), пером и т.д. Их используют везде, где вандализм и низкие температуры (ниже -20°C) полностью исключены: для автоматизации промышленных процессов, в медицине, в банковской сфере и сфере обслуживания, в мобильной электронике (КПК). Лучшие образцы обеспечивают точность 4096×4096 пикселей.

Рассмотрим подробнее контроллеры сенсорных экранов компании ST Microelectronics. Линейка этих устройств включает две микросхемы: **STMPE610** и **STMPE811.** На рисунке 4 представлена структурная схема STMPE811 (отличия от STMPE610 незначительны и будут рассмотрены ниже).

Основные свойства:

• Напряжение питания от 1,8 до 3,3 В.

• Количество линий ввода-вывода – 8 (для STMPE610 – 6).

• Интерфейс связи с хост-контроллером I²C или SPI.

• Выход прерывания при обнаружении касания.



Рис. 6. **Отладочные платы STEVAL-IHI001V1 и STEVAL-IHI002V1**



Рис. 7. **Отладочная плата STEVAL-ICB003V1**

• 8-канальный 12-разрядный АЦП (для STMPE610 – 6-канальный).

• Буфер на 128 отсчетов по 32 бита каждый.

• Корпус QFN16 размером 3x3 мм.

Линии ввода-вывода используются для подачи напряжения на электроды X+, X-, У+, Y- и считывания напряжения с мембраны. Управление контроллером осуществляется посредством программно-доступных регистров (около 50 адресов), формат которых приведен в материалах компании ST Microelectronics [1] и [2].

Линейка контроллеров сенсорных клавиатур включает в себя четыре микросхемы, характеристики которых сведены в таблицу 1.

Для связи с контроллером используется интерфейс I²C (включая две линии прерывания – от касания клавиш TK1...TK11 и от изменения линий системного назначения GPIO1...GPIO11). Типичное использование линий GPIO1...GPIO11 – светодиодная подсветка клавиш TK1...TK11.

Для ознакомления с работой контроллера STMPE1208S компания ST Microelectronics предлагает три типа отладочных плат:

• **Плату STEVAL-ICB001V1,** представленную на рисунке 1.

• Сборку плат **STEVAL-IHI001V1 и STEVAL-IHI002V1,** представленные на рисунке 6.

• Плату **STEVAL-ICB003V1,** представленную на рисунке 7.

В заключение отметим, что перспективы применения клавиатур с механическим замыканием контакта в современных электронных приборах весьма ограничены. Сенсорные клавиатуры – не роскошь, не излишество, а практика современной электроники. Несмотря на, казалось бы, небольшую номенклатуру, компания ST Microelectronics покрывает потребительские ниши от контроллеров простейших клавиатур на три кнопки (STMPE321) до универсальных клавиатур, использующих STMPE1208S.

Что касается контроллеров сенсорных экранов, то ориентация фирмы ST Microelectronics на достаточно дешевые резистивные экраны только на первый взгляд представляется недостатком. Безусловно, такие экраны не предназначены для работы в приборах, устанавливаемых на улице, и не защищены с точки зрения вандализма. Но их основные области применения – мобильная техника, промышленная, научная и медицинская аппаратура, торговое оборудование. Именно эти сферы вносят максимальный вклад в использование сенсорных экранов. Цена в этих приложениях может оказаться решающим аргументом.

Литература

1. STMPE610. Advanced touch screen controller with 6-bit port expander// документ компании ST Microelectronics 15432.pdf.

2. STMPE811. Advanced resistive touch screen controller with 8-bit GPIO expander// документ компании ST Microelectronics 14489.pdf.



Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: sensors.vesti@compel.ru

Дмитрий Цветков

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДАТЧИКИ ON SEMICONDUCTOR



Надежность и стабильность системы любой сложности напрямую зависит от температуры как окружающей среды, так и отдельно взятых узлов самой системы. Предлагаемая статья посвящена обзору встраиваемых ***температурных датчиков и контроллеров*** *компании* ***ON Semiconductor,*** *отвечающих за мониторинг температуры узлов системы и напряжений питания многоканальных источников питания, управление вентиляторами и контроль состояния отвода тепла.*

Температурные датчики и мониторы питания ON Semi условно можно разделить на три группы:

- удаленные датчики температуры,
- контроллеры системной температуры и вентиляторов отвода тепла,
- контроллеры наблюдения и управления за сложной системой.

Назначением **удаленных датчиков температуры и системных мониторов температуры** является измерение температуры с помощью встроенного или внешнего термодатчика (см. табл. 1). Передача цифрового значения температуры и прием команд управления осуществляется по шине **SMBus/I²C** и **SST** (*Simple Serial Transport* – упрощенный последовательный протокол передачи данных). Дополнительной функцией является формирование сигналов события в соответствии с указанными командами, т.е. предварительный мониторинг температуры. Области применения таких датчиков – материнские платы современных бытовых и промышленных ПК, встраиваемая бытовая техника, промышленная аппаратура.

Рассмотрим работу температурного датчика из этой группы на примере новинки **CAT6095** (рис. 1), которая представляет собой полностью законченное решение для удаленного контроля температуры отдельных узлов сложного устройства (например, материнской платы современного ПК). Основой микросхемы является датчик температуры, соответствующий стандарту JEDEC JC42.4, и выполняющий 10 и более измерений температуры за одну секунду. Измеренная температура автоматически преобразуется с помощью сигма-дельта АЦП в 12-битный цифровой код и записывается в регистр хранения измеренной температуры (*Temperature Data Register – TDR*). Разрешение датчика может достигать 0,0625°C (в 12-битном режиме).

Обращение к внутренним регистрам CAT6095 осуществляется через двухпроводную последовательную шину SMBus/I²C (SCL, SDA, A[2:0]). На одной шине можно параллельно подключить до восьми (включительно) этих же датчиков температуры или других микросхем, совместимых с SMBus/I²C. Номер микросхемы на шине определяется статически заданными логическими уровнями на адресных входах A2, A1 и A0.

В качестве дополнительной функции в микросхему встроен узел автоматического контроля выхода текущей измеренной температуры за указанные границы: верхняя граница – **HLR** (*High Limit Register*), нижняя граница – **LLR** (*Low Limit Register*). В случае такого выхода за границы (они должны быть заранее записаны в соответствующие регистры) на выводе EVENT возникает низкий уровень (выход с открытым коллектором).

С целью сокращения теплового сопротивления между корпусом CAT6095 и печатной платой в корпус микросхемы встроена пластина, электрически соединенная с выводом Vss. Корпус микросхемы TDFN-8 имеет размер 2x3 мм, что в значительной степени сокращает не только место, занимаемое микросхемой, но и время реакции датчика (инерционность) на изменения температуры.

В датчиках ONS также используется и другой распространенный принцип измерения температуры, основанный на внешнем температурном датчике – термотранзистор (работающий в режиме термодиода). Такой датчик в настоящее время включается непосредственно в состав кристалла мощных современных процессоров с целью максимально точного определения температуры кри-

Основой микросхемы **CAT6095** является датчик температуры, соответствующий стандарту JEDEC JC42.4, и выполняющий 10 и более измерений температуры за одну секунду. Измеренная температура автоматически преобразуется с помощью сигма-дельта АЦП в 12-битный цифровой код и записывается в регистр хранения измеренной температуры. Разрешение датчика может достигать 0,0625°C.

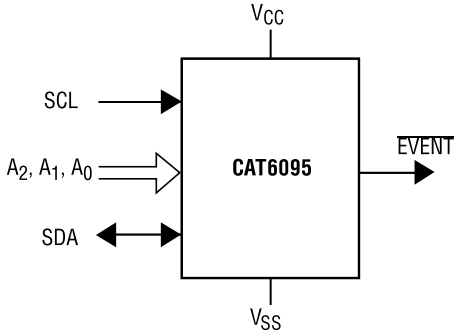


Рис. 1. **Функциональная схема датчика температуры CAT6095**

Таблица 1. **Мониторы удаленных датчиков температуры**

Наименование	Назначение	Датчик температуры		Шина управления			Напряжение питания, В	Максимальный ток потребления, мА	Точность измерения, °С	Рабочий диапазон, °С	Корпус
		Встроенный	Удаленный	SMBus	I²C	SST					
CAT6095VP2	Контроллер встроенного датчика температуры	√	–	√	–	–	3,0…3,6		±3,00	-40…125	TDFN-8
ADM1021AARQZ	Контроллер удаленного датчика температуры	√	√	√	–	–	3,0…5,5	0,20	±3,00	-55…125	QSOP-16
ADM1023ARQZ	Контроллер удаленного датчика температуры повышенной точности, совместим со стандартом ACPI	√	√	√	–	–	3,0…5,5	0,20	±1,00	0…120	QSOP-16
ADM1032ARMZ	Контроллер удаленного датчика температуры повышенной точности	√	√	√	–	–	3,0…5,5	0,22	±1,00	0…120	Micro8™
ADT7421ARMZ	Контроллер удаленного датчика температуры для процессоров с технологией < 45 нм	√	√	–	√	–	3,0…3,6	5,00	±1,75	-40…125	Micro8™
ADT7461AARMZ	Контроллер удаленного датчика температуры с компенсацией длины линии связи с датчиком	√	√	√	–	–	3,0…3,6	0,35	±1,00	-40…125	Micro8™
ADT7481ARMZ	Контроллер двух удаленных датчиков температуры с диапазоном -64…191°С	√	√	√	–	–	3,0…3,6	0,35	±1,00	-40…125	Micro-10
ADT7482ARMZ		√	√	√	–	–	3,0…3,6	0,35	±1,00	-40…125	Micro-10
ADT7483AARQZ		√	√	√	–	–	3,0…3,6	0,35	±1,00	-40…125	QSOP-16
ADT7484AARMZ	Контроллер удаленного датчика температуры	√	√	–	–	√	3,0…3,6	5,00	±1,00	-40…125	Micro8™
ADT7485AARMZ	Контроллер удаленного датчика температуры с встроенным 5-канальным монитором питания	–	–	–	–	√	3,0…3,6	5,00	±1,00	-40…125	Micro-10
ADT7486AARMZ	Контроллер двух удаленных датчиков температуры	√	√	–	–	√	3,0…3,6	5,00	±1,00	-40…125	Micro-10
ADT7488AARMZ	Контроллер двух удаленных датчиков температуры с встроенным 3-канальным монитором питания	–	–	–	–	√	3,0…3,6	5,00	±1,00	-40…125	Micro-10

сталла. Благодаря этому включению диапазон измерения температуры расширяется до -55…150°С.

Следующая группа – **контроллеры системной температуры и вентиляторов для отвода тепла** со встроенными узлами измерения температуры с внешних термодатчиков/термодиодов, автоматическим управлением вентиляторами отвода тепла (FAN) и контролем за их состоянием (см. табл. 2). Обмен данными с внешними датчиками температуры и главным управляющим контроллером (в материнских платах – т.н. *chipset*) осуществляется по шине SMBus/I²C. К основным особенностям контроллеров этой группы можно отнести непосредственное управление внешними драйверами (ключами) вентиляторов с помощью ШИМ, контроль их скорости вращения, дополнительные выводы для формирования прерываний с целью увеличения скорости реакции системы на аварийные ситуации.

Материнские платы современных бытовых и промышленных ПК, устройства бытового назначения средней сложности, промышленная аппаратура, одноплатные процессорные модули – типичные области применения контроллеров этой группы.

Контроллеры управления и наблюдения за системой – многоканальные мониторы напряжений питания и вентиляторов отвода тепла в системах высокой сложности (см. табл. 3). Предназначены для измерения напряжений питания многоканальных источников питания, входящих в состав сложных систем, чтения показаний удаленных датчиков температуры и удаленных датчиков на базе термодиодов по шине SMBus/I²C, полного управления вращением трех- и четырехпроводных вентиляторов отвода тепла. Эти контроллеры также выполняют функции программного управления внешними источниками питания, формируют глобальную цепь сброса, обеспечивают возможность работы с кнопкой внешнего включения системы, т.е. низкоуровневые функции

Таблица 2. **Температурные контроллеры вентиляторов теплоотвода**

Наименование	Число внешних датчиков температуры	Число каналов контроля напряжения	Число каналом контроля вентиляторов	Число каналов для ШИМ управления вентиляторами	Число каналов для аналогового управления вентиляторами	Напряжение питания, В	Максимальный ток потребления, мА	Рабочий диапазон, °С	Корпус
ADM1024ARUZ	2	5	2	0	0	2,8…5,5	3,5	0…100	TSSOP-24
ADM1029ARQZ	–	–	–	–	–	3,0…5,5	3,0	0…100	QSOP-24
ADM1030ARQZ	1	0	1	1	0	3,0…5,5	3,0	0…100	QSOP-16
ADM1031ARQZ	2	0	2	2	0	3,0…5,5	3,0	0…100	QSOP-16
ADM1033ARQZ	1	2	1	0	1	3,0…5,5	3,0	-40…125	QSOP-16
ADM1034ARQZ	2	2	2	0	2	3,0…3,6	3,0	-40…125	QSOP-16
ADT7460ARQZ	2	2	4	3	0	3,0…5,5	3,0	-40…120	QSOP-16
ADT7463ARQZ	2	6	4	3	0	3,0…5,5	3,0	-40…120	QSOP-24
ADT7467ARQZ	2	2	4	3	0	3,0…5,5	3,0	-40…120	QSOP-16
ADT7473ARQZ	2	2	4	3	0	3,0…3,6	3,0	-40…125	QSOP-16
ADT7475ARQZ	2	2	4	3	0	3,0…3,6	3,0	-40…125	QSOP-16
ADT7476AARQZ	2	6	4	3	0	3,0…3,6	3,0	-40…125	QSOP-24
ADT7476ARQZ	2	6	4	3	0	3,0…3,6	3,0	-40…125	QSOP-24
ADT7490ARQZ	2	7	4	3	0	3,0…3,6	5,0	-40…125	QSOP-24

Таблица 3. **Контроллеры управления и наблюдения за системой**

Наименование	Число внешних датчиков температуры	Число каналов контроля напряжения	Число каналом контроля вентиляторов	Число каналов для ШИМ управления вентиляторами	Число каналов для аналогового управления вентиляторами	Число программируемых линий ввода/вывода	Напряжение питания, В	Максимальный ток потребления, мА	Рабочий диапазон, °С	Корпус
ADM1026JSTZ	2	15	8	0	0	8/16	3,0…5,5	4,0	0…100	QFP-48, LQFP-48
ADT7462ACPZ	3	13	8	4	0	8	3,0…5,5	4,0	-40…125	LFCSP-32



контроля и управления жизненно важными узлами современных систем высокой и очень высокой сложности.

Области применения контроллеров – материнские платы современных бытовых и промышленных ПК, развитые системы сбора и обработки информации, одноплатные процессорные модули.

Заключение

Благодаря достижениям компании ON Semiconductor, для построения полноценной системы контроля над температурой системы теперь нет нужды каждый раз заново изобретать узлы для измерения температуры различных участков системы, узлы управления вентиляторами отвода тепла, контроля их состояния, скорости вращения. Богатое разнообразие однокристальных решений практически полностью избавляет от этой работы: достаточно выбрать подходящий компонент, включить его в состав устройства на базе типовой схемы и отладить программную часть проекта для обмена данными с выбранными компонентами ONS по единой двухпроводной шине SMBus/I²C.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: sensors.vesti@compel.ru*

Константин Староверов

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ КОМПАНИИ MAXIM



*В статье приводится обзор ассортимента **интегральных датчиков** компании **Maxim,** предназначенных для решения разнообразных задач **управления тепловыми режимами** и отвечающих различным условиям применения.*

Компания Maxim Integrated Products специализируется, в числе прочего, на выпуске множества интегральных датчиков, основой которых является термочувствительный элемент. Ассортимент этих датчиков, насчитывающий более сотни приборов, является одним из самых обширных в мире. Они массово используются в разнообразных применениях, где необходимо управление тепловыми режимами. Среди них – современные сильноточные системы на основе высокопроизводительных СБИС-микропроцессоров, FPGA или ASIC (базовые станции систем радиосвязи, телекоммуникационное, компьютерное и серверное оборудование); портативная электроника с повышенными требованиями к плотности мощности; системы мониторинга температуры; силовая электроника и прецизионная измерительная техника.

В зависимости от выполняемых функций датчики Maxim разделяются на две категории: температурные ключи и термометры.

Таблица 1. **Температурные ключи Maxim**

Наименование	Особенности	Удаленный контроль	Локальный контроль	Разброс, °C, тип./макс.	Порог срабатывания, °C	Рабочий диапазон, °C	Напряжение питания, В	I_{DD}, мкА, не более	Корпус	Занимаемая площадь, мм²
MAX6501…04	Предустановленный порог (шаг 10°C)	–	Есть	±0,5/±6	-45…15; 35…125	-55…125	2,7…5,5	85	5-SOT23, 7-TO220	9
MAX6505…08	Доп. канал предупредительной сигнализации или оконного компаратора; предустановленный порог (шаг 5°C)	–	Есть	±0,5/±5,5	-40…125	-55…125	2,5…5,5	80	6-SOT23	9
MAX6509/10	Порог задается внешним резистором	–	Есть	±0,5/±4,7	-40…125	-55…125	2,5…5,5	165	5-SOT23, 6-SOT23	9
MAX6511/12/13	Удаленный контроль; предустановленный порог (шаг 10°C)	Есть	–	–/±5	-40…125	-40…85	3…5,5	600	6-TDFN, 6-SOT23	9
MAX6514/15	Предустановленный порог (шаг 10°C)	–	Есть	–/±3	-45…115	-55…125	2,7…5,5	40	5-SOT23	9
MAX6516…19	Доп. аналоговый выход; предустановленный порог (шаг 10°C)	–	Есть	–/±3	-45…115	-55…125	2,7…5,5	40	5-SOT23	9
MAX6685/86	Два выхода; удаленный контроль; пороги: нижний – конфигурируемый, верхний – предустановленный (120 или 125°C)	Есть	–	–/±1,5	40…80; 75…115 (нижний)	-40…125	3…5,5	800	8-µMAX	15
MAX6687/88	Два выхода; локальный контроль с конфигурируемым порогом + удаленный контроль с предустановленным порогом (120 или 125°C)	Есть	Есть	–/±3	40…80; 75…115 (локальн.)	-40…125	3…5,5	800	8-µMAX	15

Температурные ключи

Под температурным ключом понимается пороговый элемент, реагирующий на изменение температуры. Передаточная характеристика всех температурных ключей Maxim предусматривает наличие гистерезиса. Пользователю доступен широкий выбор ключей, которые различаются типом передаточной функции (реагирование на повышение и/или понижение температуры), активным выходным уровнем (высокий или низкий), схемотехникой выходного каскада (однотактный с открытым стоком или двухтактный), методом задания уставки (предустановка производителем, конфигурирование пользователем или регулировка), а также вспомогательными функциями. Некоторые ключи Maxim поддерживают удаленный контроль температуры. Для этого они предусматривают подключение внешнего термодиода, который обычно используется для контроля температуры многих СБИС и является их неотъемлемой частью. Данные по некоторым температурным ключам Maxim сведены в таблицу 1. Среди представленных здесь ключей доступны следующие вспомогательные функции:

- дополнительный канал предупредительной сигнализации с отдельным выходом (**MAX6505/06**);
- дополнительный канал с оконным компаратором, который на своем отдельном выходе сигнализирует о нахождении температуры в заданных пределах (**MAX6507/08**);
- дополнительный аналоговый выход (**MAX6516…19**), который дает возможность контролировать температуру с помощью внешнего АЦП.

Компания Maxim выпускает также контроллеры вентиляторов. Эти изделия функционально близки к температурным ключам, но их все же нельзя назвать датчиками в чистом виде, т.к. они дополнительно интегрируют ШИМ-контроллер для управления вентилятором.

Термометры

В тех случаях, когда ступенчатого оценивания температуры недостаточно, применяют интегральные термометры. Их можно классифицировать по ряду признаков:

- по типу выходного интерфейса – аналоговые и цифровые (с одно-, двух- или трехвыводным последовательным интерфейсом);
- по количеству каналов – одно- и многоканальные (локальный контроль и несколько каналов внешнего контроля температуры);
- по вспомогательным функциям – например, с компаратором, термостатом, энергонезависимым хранением настроек и др.

Выпускаемый ассортимент аналоговых термометров представлен в таблице 2. Из таблицы следует, что большинство термометров обладают положительным температурным коэффициентом (ТК) выходного напряжения. Исключение здесь – **MAX6613** с отрицательным ТК. Все аналоговые термометры Maxim предусматривают только контроль внутренней температуры. Подавляющая их часть отвечает условиям применения в современной портативной электронике: они выпускаются

Таблица 2. **Аналоговые термометры Maxim**

Наименование	Точность, °C	Рабочий диапазон, °C	Кп, °C/В	Vсм, мВ	Напряжение питания, В	Iпот, мкА	Корпус	Особенности
DS600	0,5	-40…125	+6,45	+509	2,7…5,5	140	8/µSOP	Буферизированный выход, встроенный компаратор с 2 инверсными выходами (требуется внешний ИОН), логическое отключение (2,5 мкА)
MAX6605	1	-55…125	+11,9	+744	2,7…5,5	10	5/SC70	Оптимизирован под большие емкостные нагрузки (>1 нФ)
MAX6607	0,7	-20…85	+10	+500	1,8…3,6	8	5/SC70	Оптимизирован под емкостные нагрузки до 1 нФ
MAX6608	0,7	-20…85	+10	+500	1,8…3,6	8	5/SOT23	Оптимизирован под емкостные нагрузки до 1 нФ
MAX6610	1,0	-40…125	+10	+750	3,0…5,5	150	6/SOT23	Встроенный ИОН 2,56 В, логическое отключение (0,2 мкА)
MAX6611	1,0	-40…125	+16	+1200	4,5…5,5	150	6/SOT23	Встроенный ИОН 4,096 В, логическое отключение (0,2 мкА)
MAX6612	3,0	-10…125	+19,53	+400	2,4…5,5	35	SC70	Работа при температуре до +150°C, возможность управления большой емкостной нагрузкой
MAX6613	2,0	-55…130	-11,23	+1845,5	1,8…5,5	7,5	SC70	Низковольтный аналоговый сенсор температуры в корпусе SC70

Таблица 3. **Многоканальные цифровые термометры Maxim**

Наименование	Каналы удаленного контроля	Каналы термисторов	Точность удаленного контроля, °C	Внутренний датчик	Дежурный режим	Корпус, размеры
MAX6581	7	–	±1	Есть	Есть	24-TQFN (4x4 мм)
MAX6689	6					20-QSOP (6x8,7 мм), 20-TSSOP (6,4x6,5 мм)
MAX6602	4					16-TSSOP (6,4x5 мм)
MAX6697	6				–	20-QSOP (6x8,7 мм), 20-TSSOP (6,4x6,5 мм)
MAX6699	4					16-QSOP (6x5 мм), 16-TSSOP (6,4x5 мм)
MAX6698	3	3				16-QSOP (6x5 мм), 16-TSSOP (6,4x5 мм)

в миниатюрных корпусах для поверхностного монтажа, совместимы с низковольтным питанием, потребляют малый ток в активном режиме и поддерживают возможность перевода в режим отключения со сверхмалым потреблением. К числу вспомогательных функций аналоговых термометров относятся интегрированный ИОН (**DS56, MAX6610, MAX6620**), встроенный компаратор температуры (DS56) и напряжения (**DS600**).

Цифровые термометры являются наиболее обширной категорией датчиков Maxim – около 100 интегральных схем. Данную категорию, в свою очередь, можно разделить на одно- и многоканальные (т.е. с возможностями удаленного контроля) термометры, на датчики повышенной точности (в пределах ±0,5°C в широком температурном диапазоне) и термометры, совместимые с промышленным стандартом LM75. Многоканальные датчики позволяют минимизировать занимаемое на плате место и себестоимость конечного решения в тех случаях, когда требуется контролировать температуру в нескольких распределенных узлах (например, несколько специализированных микросхем ASIC, микросхема FPGA и микропроцессор). Подавляющая часть многоканальных датчиков (см. таблицу 3) для удаленного контроля температуры подразумевает использование термодиодов или транзисторов в диодном включении. Например, датчик **MAX6581** помимо собственной температуры способен контролировать до семи удаленных точек с точностью ±1°C в пределах диапазона температур 60…100°C. Особенностью этого датчика являются встроенные возможности компенсации погрешностей, вызванных чрезмерным сопротивлением пути подключения удаленных термодиодов и их малым коэффициентом передачи. Среди многоканальных датчиков выделяется **MAX6698,** который предусматривает совместную работу с тремя термодиодами и тремя термисторами. Последние могут использоваться для контроля температуры входящего/исходящего потока воздуха (в исполнении для сквозного монтажа) или температуры печатной платы (в исполнении для поверхностного монтажа). Все представленные в таблице 3 многоканальные датчики используют для связи с внешней средой двухпроводной интерфейс SMBus, что делает их совместимыми с существующими стандартизованными решениями по управлению тепловыми режимами встраиваемой электроники.

Отличительной чертой ассортимента термометров Maxim является наличие откалиброванных приборов, которые обеспечивают точность не хуже ±0,5°C в широком диапазоне изменения температуры и напряжения питания (см. таблицу 4). В этом списке можно увидеть ставший легендарным цифровой датчик **DS18B20,** который примечателен использованием однопроводного цифрового интерфейса 1-Wire и возможностью «паразитного» питания от него. Прецизионные цифровые термометры делают возможным создание решений типа «plug & play», не требующих калибровки и обеспечивающих заявленную высокую точность измерения сразу после сборки изделия без какой-либо дополнительной настройки. К числу прочих особенностей этой подкатегории термометров можно отнести:

- Рабочий температурный диапазон -55…125°C;
- Напряжение питания 2,7…5,5 В или 1,7…3,7 В (**DS620**);
- Выбираемая пользователем разрешающая способность оцифровки температуры от 9 до 12 бит;
- Функции термостата и сигнализации о превышении температуры с конфигурируемыми энергонезависимыми порогами;
- Функции автономного термостата (DS620, **DS1631A** и **DS1626**).

Категория цифровых термометров Maxim также примечательна присутствием в нем еще одного легендарного прибора – разработанного компанией National Semiconductor **LM75,** а также целого семейства совместимых с ним термометров. LM75 предназначен для реализации функций распределенного контроля температуры внутри электронного оборудования. Он оснащен 2-проводным адресуемым последовательным интерфейсом I²C. К одной последовательной шине может быть подключено до восьми таких термометров. Кроме того, LM75 обеспечивает 9-битную оцифровку температуры в диапазоне -55…125°C, содержит температурный компаратор с отдельными выходом и программируемыми порогом и гистерезисом, питается напряжением 3…5,5 В и потребляет ток не более 1 мА (типично 250 мкА в активном режиме и 4 мкА в режиме отключения). Помимо доступного из многих источников термометра LM75, компания Maxim также предлагает ряд собственных LM75-совместимых разработок, которые несут в себе дополнительные преимущества для тех или иных применений (см. таблицу 5). В частности, **DS7505** (см. рисунок 1), совместимый с LM75 по расположению выводов и регистрам, дает возможность улучшить точность измерения до ±0,5°C в диапазоне температур от 0 до 70°C, выбирать разрешающую способность от 9 до 12 бит и хранить настройки в энергонезависимой памяти. Кроме того, DS7505 оптимизирован для работы в современных низковольтных системах: его напряжение питания составляет 1,7…3,6 В. Ограничение по подключению к одной шине до восьми термометров LM75 позволяет преодолеть еще один его низковольтный аналог **DS75LX,** который поддерживает выбор одного из 27 подчиненных адресов. При этом задание адреса происходит все через те же три входа A0…A2, а расширение количества адресов достигнуто за счет дешифрации трех состояний

Таблица 4. **Прецизионные термометры Maxim**

Наименование	Интерфейс	Точность, °C	Корпус
DS18B20	1-пров.	±0,5 (-10…85)	3-TO92, 8-µSOP (µMAX), 8-SO
DS1631/DS1631A	2-пров.	±0,5 (0…70)	8-µSOP (µMAX), 8-SO
DS1626	3-пров.	±0,5 (0…70)	8-µSOP (µMAX), 8-SO
DS620	2-пров.	±0,5 (0…70)	8-µSOP (µMAX) с металл. площадкой
DS600	Аналоговый	±0,5 (-20…100)	8-µSOP (µMAX) с металл. площадкой

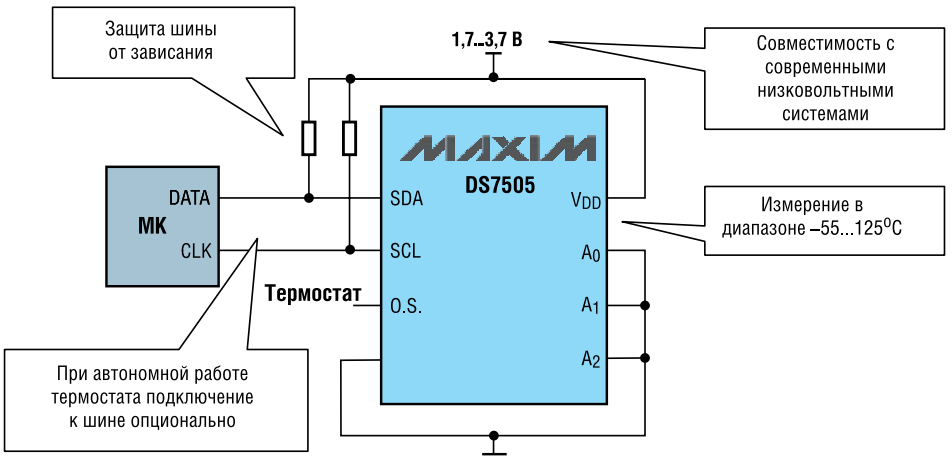


Рис. 1. **Цифровой термометр DS7505**

Таблица 5. **Семейство LM75-совместимых цифровых термометров**

Наименование	Особенности	Преимущества
LM75	Полная совместимость	Доступен от многих производителей, в т.ч. National Semiconductor, Maxim, On Semi, NXP, Fairchild
DS7505	Точность ±0,5°C, энергонезависимая память, питание 1,7…3,6 В	Лучшая точность, отказоустойчивое обнаружение перегрева
DS75LV	Питание 1,7…3,6 В	Совместимость с низковольтными, маломощными системыми
DS75LX	Питание 1,7…3,6 В, 27 адресов I²C	Подключение к одной шине до 27 термометров
DS75	Полная совместимость	Точность гарантирована в пределах всего диапазона питания
MAX7500	Полная совместимость	Точность гарантирована в пределах всего диапазона питания
MAX7501…7504	Вход сброса интерфейса I²C	Контроллер получает возможность сброса интерфейса I²C
MAX6625/MAX6626	6-выв. корпус TDFN (3x3 мм)	Идеальны для применений с ограниченным пространством
DS1175	5-выв. корпус SOT23 (3x3 мм)	Идеален для применений с ограниченным пространством

(низкое, высокое и неподключенное) на каждом из этих входов. В рассматриваемой категории термометров можно выделить **MAX7501…MAX7504.** Они отличаются заменой входа выбора адреса A2 на вход сброса RESET. Подача низкого уровня на этот вход приводит к записи во внутренние регистры значений по умолчанию и сбросу интерфейса I²C. Таким образом, данные термометры выгодно использовать, когда мастеру шины I²C необходимо предоставить возможность сброса любого подчиненного узла при обнаружении проблем связи с ним. При этом, несмотря на исключение входа A2, к одной шине можно подключить все те же восемь термометров. Проблема отсутствия входа A2 здесь решена жесткой установкой внутреннего значения этого бита адреса равным 0 у MAX7502/04 и 1 у MAX7501/03. Кроме того, MAX7501/02 отличаются интеграцией таймера для защиты интерфейса I²C от зависания. Данная функция доступна у многих I²C-совместимых микросхем Maxim.

Заключение

Компания Maxim выпускает широкий ассортимент интегральных датчиков для решения разнообразных задач управления тепловыми режимами, которые отвечают современным условиям применения (малое занимаемое пространство, низковольтное питание, малое электропотребление, многоточечный контроль температуры и др.) и несут в себе ряд преимуществ, направленных на удешевление, миниатюризацию, повышение надежности и качества конечного решения. Дальнейшая информация по рассмотренной и другой продукции Maxim для управления тепловыми режимами доступна по ссылке ***http://www.maxim-ic.com/products/sensors/***, а также в предшествующей публикации НЭ по этой теме [1].

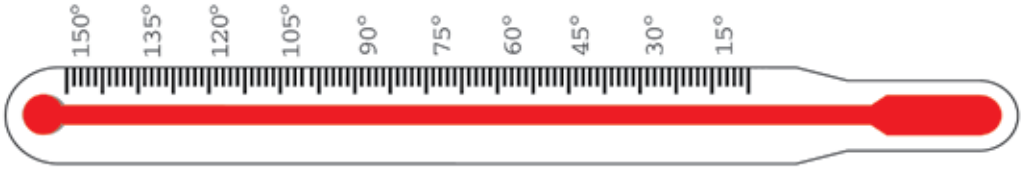
Литература

1. Староверов К. Датчики температуры Maxim//Новости электроники, №6, 2006 г. – С. 2…5.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: sensors.vesti@compel.ru*

MAXIM
INNOVATION DELIVERED™

ЦИФРОВЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДАТЧИКИ





Наименование	Тип датчика	Дополнительно	Интерфейс	Разрешение по температуре, бит	Точность (-/+°C)	$U_{пит}$, В	Генерируемое опорное напр., В	$I_{потр}$, мкА
MAX6610	Встроенный	Встроенный ИОН	Аналоговый	—	1.0	3…5,5	2,560	150
MAX6611	Встроенный	Встроенный ИОН	Аналоговый	—	1.0	4,5…5,5	4,096	150
MAX7501..MAX7504	Встроенный	Вход сброса интерфейса I²C	2-Wire/I²C	11	2	3…5,5	—	250
DS7505	Встроенный	Энергонезависимая память	2-Wire/I²C	12	0.5	1,7…3,6	—	750

Москва
Тел.: (495) 995-0901
Факс: (495) 995-0902

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403

Компэл
www.compel.ru

Илья Фурман, Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

ЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ (ИНВЕРТОРЫ) КОМПАНИИ OMRON

*При проектировании **электропривода** для систем автоматизации производства и транспортных систем перед инженерами встает задача выбора частотных инверторов. В предлагаемой статье проводится ознакомительный обзор всех семейств надежных и недорогих инверторов **компании OMRON.***

В течение длительного времени компании **Omron** и **Yaskawa** тесно взаимодействовали в вопросах производства продукции для приводной техники и автоматизации технологических процессов. В марте 2003 года произошло объединение этих фирм и было создано совместное предприятие **Omron-Yaskawa Motion Control (OYMC).** Объединенная компания Omron-Yaskawa (далее для краткости – Omron) выпускает высоконадежное и простое в эксплуатации оборудование для электропривода – сервоприводы, серводвигатели, контроллеры динамического управления и инверторы. Именно частотные инверторы (или преобразователи частоты) Omron представлены в этой статье.

Преобразователи частоты предназначены для регулировки частоты вращения и момента на валу асинхронного или синхронного электродвигателя. Преобразователь частоты – это прибор, предназначенный для преобразования переменного тока (напряжения) одной частоты (обычно частоты питающей сети) в переменный ток (напряжение) другой частоты. Выходная частота в современных инверторах может быть как ниже, так и выше частоты питающей сети.

Схема любого преобразователя частоты состоит из силовой и управляющей частей. Силовая часть преобразователей Omron выполнена на транзисторах IGBT, работающих в режиме электронных ключей. Схема управления выполняется на цифровых микроконтроллерах и обеспечивает управление силовыми электронными ключами, а также решение большого количества вспомогательных задач (защита, контроль, диагностика). Частотные инверторы Omron имеют структуру с явно выраженным блоком постоянного тока (выпрямитель + фильтр), что проиллюстрировано на рисунках 1 и 2.

В преобразователях этого типа используется двойное преобразование электрической энергии: входное синусоидальное напряжение с постоянной амплитудой и частотой выпрямляется в трехфазном или однофазном выпрямителе, сглаживается LC-фильтром, а затем вновь преобразуется инвертором в переменное напряжение регулируемой частоты и амплитуды.

Преобразователи частоты на транзисторах IGBT по сравнению с тиристорными при одинаковой выходной мощности отличаются меньшими габаритами, сниженной массой и повышенной надежностью в силу модульного исполнения электронных ключей и лучшего отвода тепла с поверхности силового модуля. Они имеют более полную защиту от бросков тока и от перенапряжения, что существенно снижает вероятность повреждений и отказа электропривода.

Более подробно принцип работы частотного инвертора показан на рисунке 2.

В верхней части рисунка 2 приведены графики напряжений на выходе каждого каскада преобразователя.

Напряжение питающей сети с постоянной частотой и амплитудой (Uвх = пост.; Fвх = пост.) поступает на трехфазный или однофазный выпрямитель. Выпрямитель и фильтр входят в состав блока постоянного тока, основное назначение которого – получить на выходе постоянное напряжение с малыми пульсациями, которое используется для питания преобразователя частоты. Инвертор преобразует постоянное напряжение в трехфазное напряжение с переменной частотой и изменяемой амплитудой. Схема управления форми-

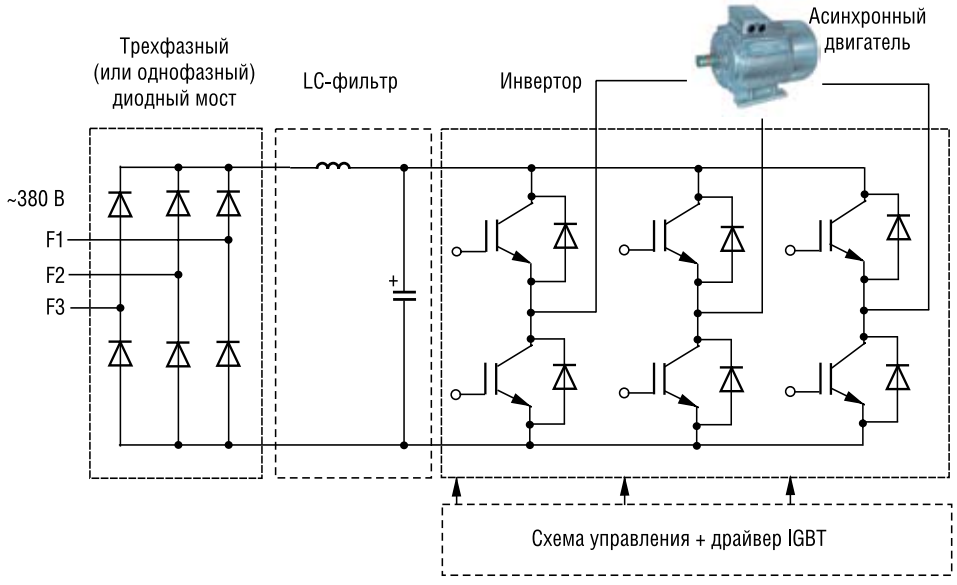


Рис. 1. **Структурная схема частотных преобразователей со звеном постоянного тока**

Таблица 1. **Основные параметры частотных преобразователей (инверторов) G7, F7, L7 и E7 компании OMRON**

Модель	G7	F7	L7	E7
Внешний вид				
Потребительские преимущества	Первый в мире инвертор, выполненный по трехуровневой схеме	Промышленная «рабочая лошадка»	Инвертор для управления лифтами	Сокращает затраты на электроэнергию
400 В, трехфазный **200 В, трехфазный** **200 В, однофазный**	0,4…300 кВт 0,4…110 кВт –	0,4…300 кВт 0,4…110 кВт –	4,0…55 кВт 3,7…55 кВт –	0,4…300 кВт 0,4…110 кВт –
Назначение	Высокие эксплуатационные характеристики, работа на протяженные кабельные линии	Обычные системы и системы высокого класса	Управление лифтами с асинхронными и синхронными двигателями	Насосы и вентиляторы (переменный крутящий момент)
Метод управления	Векторное управление и V/f-регулирование с разомкнутым и замкнутым контуром	Векторное управление и V/f-регулирование с разомкнутым и замкнутым контуром	Векторное управление и V/f-регулирование с разомкнутым и замкнутым контуром	V/f-регулирование
Крутящий момент	150% при нулевой скорости (вектор, замкнутый контур); 150% при 0,3 Гц (вектор, разомкнутый контур)	150% при нулевой скорости (вектор, замкнутый контур); 150% при 0,5 Гц (вектор, разомкнутый контур)	150% при нулевой скорости (вектор, замкнутый контур); 150% при 0,5 Гц (вектор, разомкнутый контур)	120% при 0,5 Гц
Способы подключения (интерфейсы)	Memobus, DeviceNet, PROFIBUS-DP, CANopen, LONWorks, Ethernet	Memobus, DeviceNet, PROFIBUS-DP, CANopen, LONWorks, Ethernet, MECHATROLINK-II	Memobus, DeviceNet, PROFIBUS-DP, CANopen, LONWorks, Ethernet	Memobus, Metasys N2, L&S Apogee LONWorks, DeviseNet, PROFIBUS-DP, CANopen, Ethernet
Дополнительные возможности адаптации	• Дополнительная плата с функциями ПЛК • Прикладное программное обеспечение для инверторов	• Дополнительная плата с функциями ПЛК • Прикладное программное обеспечение для инверторов	• Дополнительная плата с функциями ПЛК • Прикладное программное обеспечение для инверторов	• Дополнительная плата с функциями ПЛК • Прикладное программное обеспечение для инверторов • Корпус IP54

рует сигналы для коммутации обмоток электродвигателя в нужные моменты времени. Импульсы коммутации каждой обмотки в пределах периода модулируются по синусоидальному закону. Максимальную ширину импульсы имеют в середине полупериода. К началу и к концу полупериода ширина импульсов уменьшается. Таким образом, схема управления формирует широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) напряжения, которое подается на обмотки электродвигателя. В некоторых случаях к выходам преобразователя частоты подключается фильтр, но в частотных инверторах на транзисторах IGBT необходимость в выходном фильтре практически отсутствует. Таким образом, на выходе инвертора формируется трехфазное напряжение переменной частоты и амплитуды (Fвых = регулир.; Uвых = регулир.), которое и задает нужную частоту вращения и требуемый момент на валу двигателя.

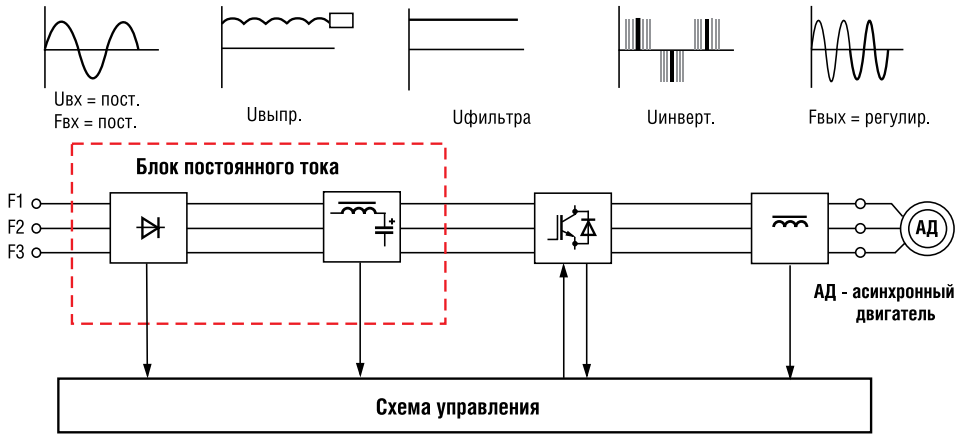


Рис. 2. **Временные диаграммы работы частотного преобразователя**

Схемы управления двигателем

Схемы управления двигателем можно разделить на три основных типа:

- управление по закону V/F (регулировка отношения напряжения к частоте или вольт-частотное регулирование);
- векторное управление полем электродвигателя;
- прямое управление моментом на валу двигателя.

Схемы управления перечислены по возрастанию функциональности и цены. Во многих случаях в инверторах используются схемы управления нескольких типов. В большинстве случаев достаточно первых двух типов управления, но при больших перегрузках и широком диапазоне изменения нагрузки на валу двигателя необходимо прямое управление моментом.

Сферы применения частотных инверторов Omron

По областям применения частотные преобразователи Omron можно разделить на следующие подгруппы:

- общепромышленные преобразователи частоты;
- преобразователи частоты для вентиляторов и насосов;
- преобразователи частоты для подъемных механизмов (лифты, краны);

• преобразователи частоты для специальных применений.

На рисунке 3 показаны преобразователи частоты для рекомендуемых конкретных применений (от насосов и вентиляторов малой мощности до управления двигателями мощностью до 300 кВт). Для большинства инверторов поставляется прикладное программное обеспечение CASE (Custom Application Software Environment).

Основные серии преобразователей частоты Omron

Omron J7 – преобразователи, предназначенные для простого и эффективного использования в небольших системах, не требующих сложного управления (конвейеры, насосы малой мощности и вентиляторы). Оперативная компенсация крутящего момента инвертора Omron J7 обеспечивает 100% момент даже при частоте 1,5 Гц. Несмотря на большую популярность инверторов Omron J7 и их высокую надежность, с марта 2010 года эти преобразователи частоты снимаются с производства, а вместо них производитель предлагает использовать более функциональные инверторы Omron J1000.

Omron J1000 – это новые современные преобразователи частоты для простых применений. Широкий выбор пользовательских функций преобразователей J1000 незаменим при модернизации технологического оборудования и дает пользователям целый ряд преимуществ. Компактность и простота запуска в комплексе со всемирно известной надежностью продукции – это хороший выбор и возможность значительной экономии средств на этапах приобретения, внедрения и эксплуатации. В преобразователях обеспечивается поддержка сетевых протоколов Modbus, Profibus, CanOpen, DeviceNet, Lonworks, CompoNet.

Omron V7 – более совершенный по сравнению с J7 и J1000 преобразователь частоты. Omron V7 имеет возможность векторного управления без датчика положения, обеспечивая 100% момент при частоте всего 0,5 Гц. Omron V7 выпускается для диапазона мощностей от 0,12 до 7,5 кВт. Встроенный ПИД-регулятор обеспечивает высокую точность управления технологическими процессами, а возможность подключения сетевого модуля или программируемого контроллера расширяет сферы применения этого инвертора. Однако и Omron V7 снимается с производства с марта 2010 года. Вместо него рекомендуется очень хорошая замена – инвертор Omron V1000.

Omron V1000 воплощает в себе все лучшие черты очень успешной 7-й серии и имеет множество новых, зачастую уникальных, функций. Инвертор V1000 поддерживает V/F-регулирование и

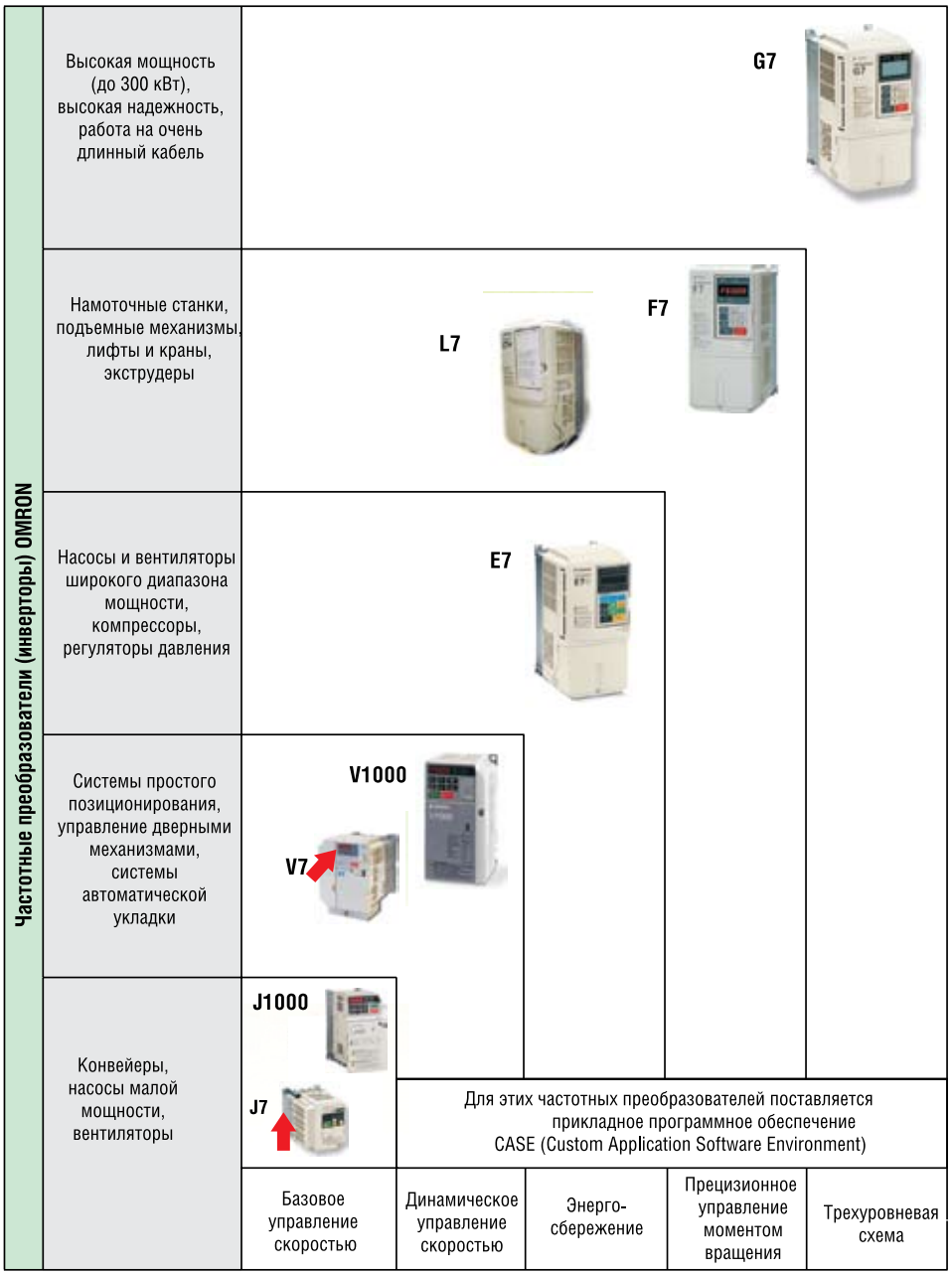


Рис. 3. **Преобразователи частоты Omron для различных приложений**

векторное регулирование с разомкнутым контуром и может работать с синхронными или асинхронными двигателями. Omron V1000 сконструирован в расчете на десятилетний срок бесперебойной работы в необслуживаемом режиме. Оптимальные характеристики регулирования скорости и высокий пусковой момент, достигнутые за счет применения регулирования по вектору тока, выгодно отличают V1000 от предшественников. Кроме того, в новом инверторе преду-

Omron F7 – универсальный инвертор, предназначенный для решения любых стандартных задач, возникающих на обычном промышленном предприятии: от простого управления насосом с переменным моментов вращения до создания сложной разветвленной системы транспортировки материалов. Благодаря высоким эксплуатационным характеристикам и широкому выбору конфигураций и дополнительных устройств, преобразователи частоты серии F7 могут оказаться основной или даже единственной маркой инвертора, используемой на всем предприятии.

Таблица 2. **Основные параметры частотных преобразователей (инверторов) V1000, V7 и J7 компании OMRON**

Модель	V1000	V7	J7
Внешний вид			
Потребительские преимущества	Новая формула качества	Преобразователь карманного размера с векторным регулированием магнитного потока без обратной связи	Малогабаритный, простой, интеллектуальный
400 В, 3-фазный **200 В, 3-фазный** **200 В, однофазный**	0,2…15 кВт 0,1…15 кВт 0,1…4,0 кВт	0,2…7,5 кВт 0,1…7,5 кВт 0,1…4,0 кВт	0,2…4,0 кВт 0,1…4,0 кВт 0,1…1,5 кВт
Назначение	Высокая скорость, точность и большой пусковой момент для использования в компактных устройствах общего назначения	Компактные устройства общего назначения	Простое регулирование скорости
Метод управления	Векторное регулирование с разомкнутым контуром и V/f-регулирование с разомкнутым и замкнутым контурами	Векторное и V/f-регулирование без датчика положения	V/f-регулирование
Крутящий момент	200% при 0,5 Гц	100% при 0,5 Гц	150% при 3 Гц
Способы подключения (интерфейсы)	Memobus, DeviceNet, PROFIBUS-DP, CANopen, CompoNet	Memobus, DeviceNet, PROFIBUS-DP, CANopen, MECHATROLINK-II	Memobus
Дополнительные возможности адаптации	• Специализированное прикладное программное обеспечение	• Дополнительная плата с функциями ПЛК • Прикладное программное обеспечение для инверторов • Корпус IP65	–

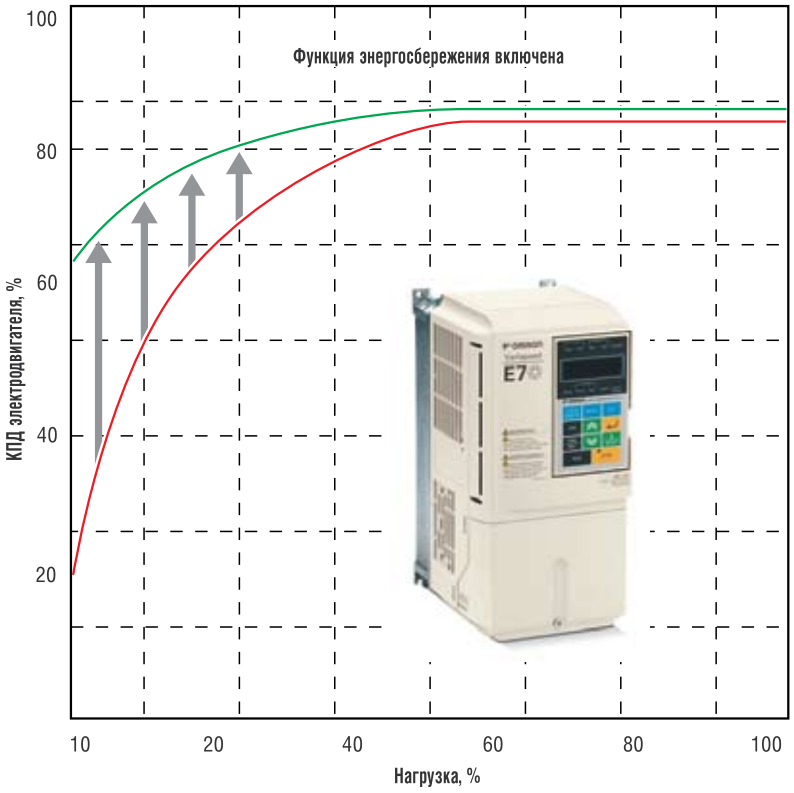


Рис. 4. **Иллюстрация работы функции энергосбережения в инверторах E7**

смотрена функция интеллектуальной оперативной подстройки – усовершенствованный вариант автоматической настройки. Оперативная подстройка – это непрерывная корректировка параметров во время работы инвертора. Она гарантирует, что любое отклонение температуры, способное повлиять на электрические параметры, определяющие скорость вращения вала электродвигателя, будет компенсировано до того, как возникнет отклонение по этой скорости.

Omron E7 предназначен для управления нагрузкой с переменным моментом (центробежные насосы и вентиляторы, регуляторы давления). Уникальная особенность инвертора Omron E7 – специальный алгоритм энергосбережения, позволяющий дополнительно экономить до 20% электроэнергии и увеличивать КПД электродвигателя, как показано на рисунке 4. Функция энергосбережения особенно эффективна при малых значениях нагрузки (именно в этом режиме работает большинство электроприводов).

Преобразователь Omron E7 реализует вольт-частотное регулирование (V/f), а его перегрузочная способность в режиме обычной нагрузки составляет 110% в течение одной минуты. Диапазон мощностей инверторов E7 – от 0,4 до 300 кВт. Возможность исполнения инверторов E7 с классом защиты IP54 (для диапазона мощности от 7,5 до 55 кВт) позволяет использовать этот преобразователь частоты при жестких условиях эксплуатации. Дополнительные свойства и преимущества инверторов серии E7:

- стандартный светодиодный дисплей (ЖК-дисплей опционально);
- возможности работы в сети Fieldbus: DeviceNet, Profibus, CANOpen, LONWORK S (опция);

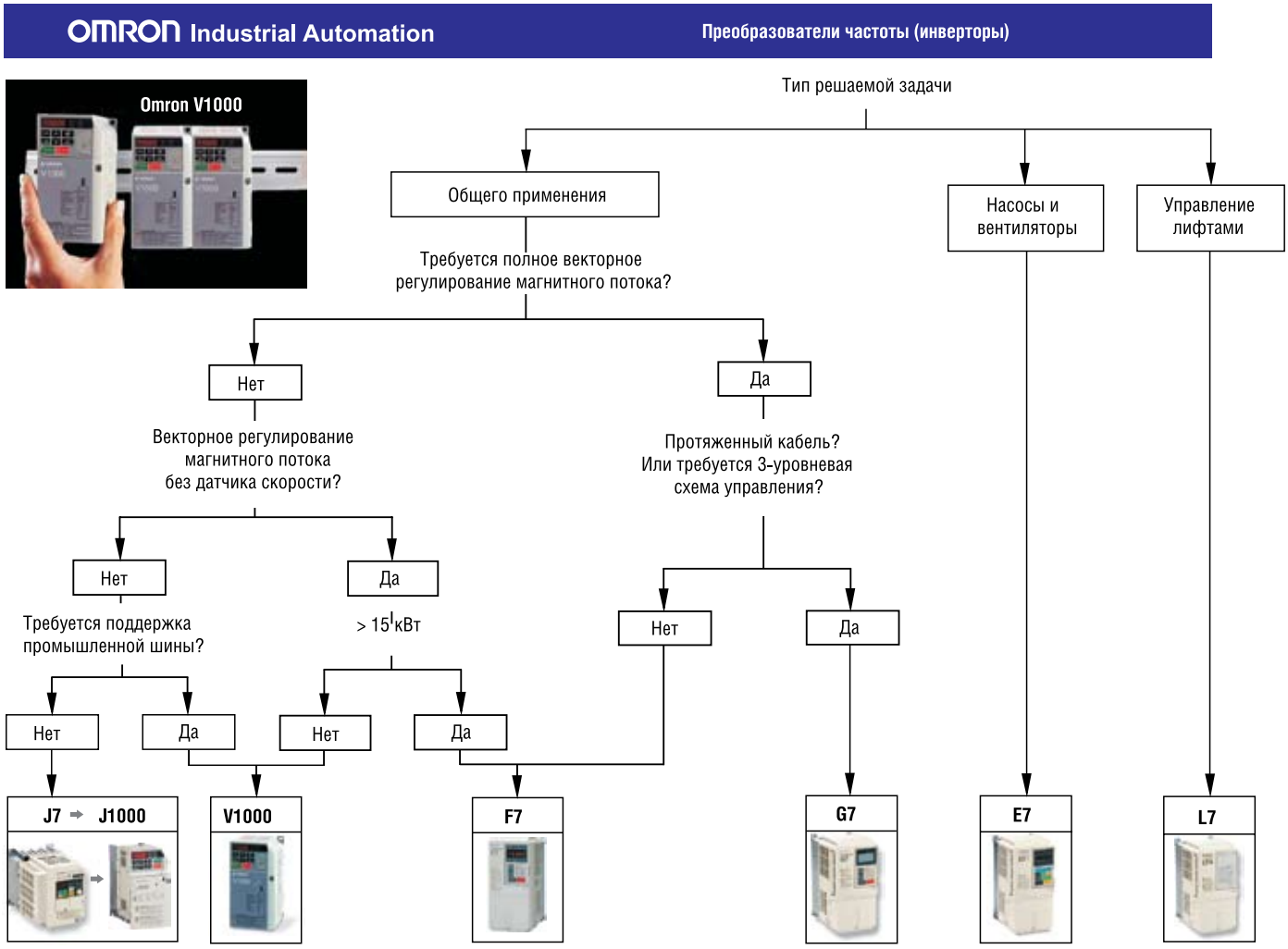


Рис. 5. **Навигатор для выбора преобразователя частоты Omron**

- семь конфигурируемых цифровых входов;
- три конфигурируемых цифровых выхода;
- низкий уровень шума;
- обширные прикладные возможности;
- усиленное противоскольжение;
- удобное обслуживание.

Omron L7 – еще более функциональный инвертор для управления лифтами со скоростью подъема до 3 м/с. Высокий пусковой момент, бесшумная работа, интерфейс оператора, приспособленный к управлению лифтами, совместимость с асинхронными и синхронными двигателями – таковы возможности любой модели инвертора L7. В преобразователях частоты серии L7 имеется возможность определения параметров двигателя (автоматическая настройка) с вращением и без вращения вала. Для подключения инверторов серии L7 к сетям связи предусмотрены дополнительные платы, например, CanOpen, DeviceNet и Profibus. В преобразователе Omron L7 предусмотрена специальная защитная схема, обеспечивающая пять уровней защиты от перегрузки по току до принятия контроллером решения о том, что произошла такая перегрузка. Безопасность работы дополнительно обеспечивается блоком управления и диагностики контакторов и схемы торможения. Возможность работы от источника бесперебойного питания (ИБП) или от аккумулятора обеспечивает работу при пропадании основного питания лифта, обеспечивая возможность безопасной эвакуации.

Omron F7 – универсальный инвертор, предназначенный для решения любых стандартных задач, возникающих на обычном промышленном предприятии: от простого управления насосом с переменным моментов вращения до создания сложной разветвленной системы транспортировки материалов. Благодаря высоким эксплуатационным характеристикам и широкому выбору конфигураций и дополнительных устройств, преобразователи частоты серии F7 могут оказаться основной или даже единственной маркой инвертора, используемой на всем предприятии. Пользователь может выбрать модели, отличающиеся мощностью и типом корпуса, а также различные сетевые протоколы, подключаемые печатные платы входов/выходов и специализированное прикладное программное обеспечение CASE. Omron F7 обеспечивает замкнутое векторное регулирование магнитного потока. При регулировании с разомкнутым контуром инверторы этой серии обеспечивают крутящий момент 150% при частоте 0,5 Гц.

Некоторые свойства и особенности инверторов F7:

- диапазон мощностей от 0,4 до 300 кВт;
- векторное регулирование с обратной связью от датчика положения или без обратной связи;
- регулирование вращающего момента;
- цифровая панель управления с текстовым ЖК-дисплеем;
- сетевые протоколы DeviceNet и Profibus;
- автоматическая настройка при вращающемся или остановленном двигателе;
- дополнительная плата с функциями ПЛК (программируемого логического контроллера);
- наличие функции энергосбережения.

Omron G7 – первый в мире инвертор на напряжение 400 В, выполненный по трехуровневой схеме. Такое схемное

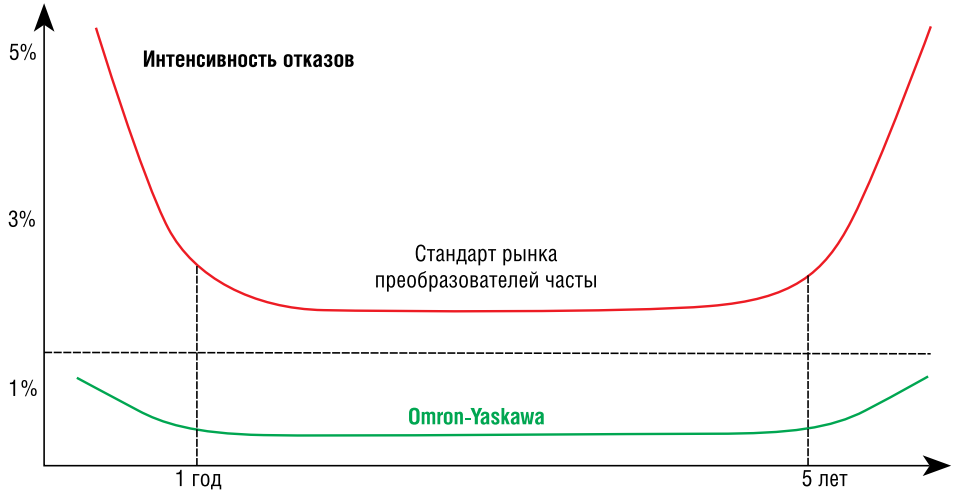


Рис. 6. **Надежность частотных преобразователей Omron**

решение сводит к минимуму или полностью устраняет проблемы, связанные с коммутацией IGBT-транзисторов (кабели очень большой длины, синфазные токи) и защищает систему «двигатель-привод» в целом. Для программирования инвертора G7 используется программная оболочка DriveWorksEZ. Это инструмент объектно-ориентированного программирования на базе персонального компьютера с удобным графическим интерфейсом.

Основные свойства, особенности и преимущества инверторов G7:

- трехуровневое управление снижает пиковые скачки напряжения на обмотках двигателя почти на 50%. Даже при большой длине кабеля питания двигателя дроссель переменного тока не требуется;
- векторное регулирование магнитного потока. Превосходные параметры в режиме регулирования с разомкнутым контуром: крутящий момент 150% при частоте 0.3 Гц;
- длина кабеля от инвертора до двигателя может составлять до 300 метров (без выходных фильтров);
- широкий выбор дополнительных плат: сетевые интерфейсы, плата ПЛК, интерфейс Mechatrolink, аналоговые и дискретные входы/выходы;
- для настройки параметров используется программное обеспечение CX-Drive, для объектно-ориентированного программирования – DriveWorksEZ.

Облегчить выбор наиболее оптимального преобразователя частоты поможет рисунок 5. Учитывается тип регулирования магнитного потока двигателя, длина кабеля, сфера применения. В таблицы 1 и 2 сведены основные параметры и свойства инверторов Omron, рассмотренных в этой статье.

Специальные функции преобразователей частоты Omron

Частотные преобразователи Omron имеют много специальных функций, которые часто отсутствуют в продукции других производителей.

Энергосбережение. Эта особенность позволяет при выполнении той же работы экономить от 5 до 30% электрической энергии путем обеспечения работы электродвигателя при оптимальном КПД. В этом режиме инвертор автоматически отслеживает ток потребления, определяет параметры нагрузки и снижает выходное напряжение. Режим сбережения энергии особенно эффективен при управлении двигателями, работающими большую часть времени с малой (или переменной) нагрузкой.

ПИД-регулятор. Частотные преобразователи Omron имеют встроенный регулятор процесса (ПИД-регулятор). При работе в этом режиме необходим датчик обратной связи. Преобразователь регулирует скорость вращения двигателя таким образом, чтобы поддерживать определенный параметр системы в заданных пределах (например, давление или температуру). ПИД-регулятор позволяет применять преобразователь в системах, где необходимо точное поддержание скорости вращения вне зависимости от изменения нагрузки, поддержание давления газа или жидкости при переменном расходе, поддержание уровня жидкости и т.д.

Предотвращение резонанса. В некоторых случаях при работе на некоторых частотах в системе возникает механический резонанс. В этих условиях преобразователь может обходить резонансную частоту, продлевая ресурс двигателя.

Предотвращение опрокидывания. Эта функция работает в трех режимах – при разгоне, при работе и при торможении. При разгоне, если задано слишком большое ускорение и недостаточно мощности, инвертор автоматически увеличивает длительность разгона. Во время работы в случае перегрузки вместо аварийной остановки продолжается работа на меньшей скорости, что часто более предпочтительно, чем полная остановка. При торможении эта функция работает аналогично ускорению, то есть продлевается время торможения, если задана слишком большая скорость торможения.

Определение скорости. Иногда возникает необходимость запуска частотного преобразователя при вращающейся нагрузке. Для предотвращения опрокидывания в таком режиме применяется функция поиска скорости. При ее использовании инвертор определяет скорость вращения нагрузки при пуске и начинает управление не с нуля, а с этой скорости.

Прикладное программное обеспечение

Преобразователи частоты Omron для специализированных применений работают с прикладным программным обеспечением (ПО) CASE. CASE – это загружаемые в преобразователи программы для решения конкретных задач. ПО CASE превращает стандартные преобразователи в специализированный инструмент, позволяющий избежать использования дополнительного оборудования и увеличить общую надежность системы. Рассмотрим некоторые конкретные варианты ПО Omron для специального применения.

Прикладное ПО для кранов Omron Crane Application Software – это специальная разработка Omron-Yaskawa. Программа Omron Crane Application Software позволяет оптимальным образом настроить инвертор F7 с учетом специфических требований крановой техники, предъявляемых к программным и аппаратным средствам.

Прикладное ПО Omron для реализации электронного «передаточного вала» – это программная разработка Omron-Yaskawa для задач слежения за скоростью и положением, в которых ведомый привод точно отслеживает скорость и положение ведущего привода по сигналам энкодера. Прикладное ПО Omron для реализации электронного «передаточного вала» – идеальное решение для случаев, когда требуется синхронная работа двух двигателей.

Прикладное ПО Omron для намотки/размотки – это специальное программное решение Omron-Yaskawa для применения в устройствах намотки/размотки. ПО реализует специальный расчет задания момента и ограничения скорости при регулировании момента для инверторных приводов, управляющих операциями намотки/размотки. Прикладное ПО Omron для намотки/размотки – это идеальное решение для любых задач, связанных с перемоткой бумаги, текстиля, пластмассовых и металлических рулонных материалов.

Прикладное ПО Omron для поточечного позиционирования – программная

разработка Omron-Yaskawa для систем, в которых используется позиционирование «от точки к точке». Предусмотрено перемещение как в абсолютной, так и в относительной системе отчета. Прикладное ПО Omron для поточечного позиционирования — идеальное решение для автоматических транспортеров, устройств для точного позиционирования и роликовых систем циклической подачи.

Прикладное ПО Omron для управления насосами — программная разработка Omron-Yaskawa для последовательного программного управления работой насосов (до двух дополнительных насосов). Прикладное ПО Omron для управления насосами — идеальное решение для установок очистки воды, систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также для небольших трубопроводов.

Надежность частотных преобразователей Omron

Десятки миллионов приводов компании Omron-Yaskawa, установлены по всему миру. При этом испытания, которым подвергаются инверторы на конкретных объектах, зачастую значительно более серьезны, чем заводские. Расчетное время отказов, заложенное в конструкцию инверторов Omron, превышает промышленный стандарт, а реальные значения параметров на установленном оборудовании превышают расчетные значения. Надежность инверторов Omron по сравнению со средними значениями этого параметра на рынке частотных преобразователей иллюстрирует рисунок 6.

Надежность инверторов Omron-Yaskawa определяется не только работой при повышенных температуре или несущей частоте. Входной контроль деталей, встроенные средства автоматического оптического контроля и методики непрерывного улучшения технологических параметров обеспечивают очень высокую надежность конечной продукции. Выбраковка изделий средствами выходного контроля производственной линии обычно не превышает 0,1%.

Подробную информацию о рассмотренных в этой статье инверторах можно найти на сайте производителя ***www.industrial.omron.ru*** в разделе «Системы управления движением»/«Преобразователи частоты (инверторы)» или у официального дилера продукции «Omron — индустриальная автоматизация» компании КОМПЭЛ ***www.compel.ru.***

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: power.vesti@compel.ru*



Световые барьеры для контроля зоны F3ET и измерительные световые барьеры F3EM

Компания **Omron** представила две новые модели многолучевых датчиков, выполненные в прочных алюминиевых корпусах с разъемом M12.
Объект со сложной формой поверхности или сквозным отверстием может создавать несколько сигналов в случае использования датчика с одним световым лучом. В этом случае идеальным решением являются световые барьеры и датчики с контурной зоной обнаружения, которые гарантируют надежное обнаружение объектов с неоднородной поверхностью.

F3ET — световой барьер в прочном алюминиевом корпусе
Выполненный в прочном корпусе из алюминия, световой барьер F3ET обеспечивает надежное обнаружение объектов в двумерной зоне и гарантирует быстрый и простой монтаж без соблюдения дополнительных требований — благодаря 5-выводным разъемам M12 и синхронизации работы излучателя и приемника по оптическому каналу.

Свойства и преимущества F3ET
- Оптическая синхронизация для повышения надежности работы без дополнительных электрических соединений
- Прочный алюминиевый корпус
- Выбор режима срабатывания (по свету/по затенению) и типа выхода (NPN/PNP)
- Высота контролируемой зоны от 15 см до 2,1 м

F3EM — измерительный световой барьер в прочном алюминиевом корпусе
Световой барьер F3EM — это простое, легко монтируемое и настраиваемое средство для измерения полной (габаритной) высоты объектов (модели с аналоговым выходом) и измерения профиля объекта методом анализа состояния отдельных лучей (модели с последовательным выходом).

Свойства и преимущества F3EM
- Аналоговый выход для простого определения высоты объекта
- Последовательный выход для передачи состояний отдельных лучей с целью измерения профиля объекта
- Высота зоны измерения от 15 см до 2,1 м

ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

? **С какими типами клавиатур (пластиковые, металлические, и т.д.) можно использовать контроллер для сенсорных клавиатур компании STMicroelectronics?**

Отвечает менеджер КОМПЭЛ по продукции STMicroelectronics **Джафер Меджахед**

Обычно при соприкосновении пальца с контактной площадкой емкость площадки увеличивается примерно на 2…3 пФ. Микросхемы **S-Touch™** компании **STMicroelectronics,** поддерживающие интерфейсы сенсорных клавиатур, работают с любым типом клавиатур, при условии, что прикосновение к клавиатуре изменяет ее емкость (т.н. сенсорная емкость). Например, микросхемы **STMPE821** измеряют с точностью 50 фФ изменения емкости контактной площадки в диапазоне 0…6,4 пФ, а чувствительность микросхем **STMPExxM21** достигает 15 фФ для диапазона 0…7,68 пФ. Вдобавок, в случае, когда расстояние между контактной площадкой и микросхемой большое, для **STMPE321** есть возможность внутреннего смещения зоны чувствительности вверх на 5 пФ (так называемая компенсация емкости) как путем программирования микросхемы, так и добавлением внешней емкости номиналом до 30 пФ.

Поэтому пользователь должен в первую очередь оценить емкость своей сенсорной клавиатуры.

? **Мы приобрели датчик расхода газа AWM3300V, выпускаемый компанией Honeywell, и применяли его без рекомендованных защитных фильтров. При этом обнаружили, что датчик выдаёт показания с погрешностью, превышающую допустимую заявленную в руководстве изготовителя (тестирование проводилось с использованием специального контрольно-измерительного оборудования). Особенно это чувствуется вблизи нуля шкалы.**

Отвечает менеджер КОМПЭЛ по датчикам **Сергей Шемякин:**

Скорее всего ваш датчик Вы уже испортили. В рекомендациях по применению, размещенных на сайте **Honeywell** (*www.honeywell.com*) сказано, что рекомендовано применение недорогих защитных 5-микронных фильтров. Без этих фильтров надежная работа датчиков серии **AWM** не гарантируется, и Вы можете быстро вывести чувствительный прибор, каковым является любой из этих датчиков, из строя, и тогда погрешность, с которой он будет выдавать показания, действительно будет превышать заявленную в руководстве изготовителя.

? **Мы приобрели биполярные датчики Honeywell на эффекте Холла SS411A. Но при тестировании выяснилось, что некоторая часть из них являются униполярными. Является ли это основанием для возврата их как бракованных изделий?**

Отвечает менеджер КОМПЭЛ по датчикам **Сергей Шемякин:**

Здесь нужно внимательно смотреть результаты тестирования. Дело в том, что по классификации компании **Honeywell,** биполярными являются те датчики, у которых **среднее (номинальное) значение индукции включения** лежит в положительной области, а **среднее (номинальное) значение индукции выключения –** в отрицательной. В руководстве изготовителя на биполярные датчики указываются только значение максимальной индукции включения и минимальной индукции выключения, а также минимально допустимая величина дифференциала (разности между реальными значениями индукции включения и выключения) для данного датчика. Таким образом, учитывая, что минимальное значение дифференциала биполярного датчика меньше, чем половина разности между максимальным значением индукции включения и минимальным значением индукции выключения, благодаря технологическому разбросу параметров у части датчиков из партии значения индукций включения и выключения могут быть одной полярности (и при этом параметры датчика не выйдут за пределы заявленных в руководстве), т.е. действительно часть датчиков будет являться униполярными.

Если же Вы хотите, чтобы реальные значения индукций включения и выключения были разнополярными, следует знать, что такие датчики у Honeywell также имеются, они называются **bipolar latch** (биполярная защелка). В ходу также термин **true latch** (истинная защелка). Каждый раз, выбирая датчик, точно решите для себя, какой именно Вы хотите приобрести для Ваших нужд – биполярный (bipolar) или latching. Исходя из этого, внимательно изучите руководство изготовителя, в котором, как и для биполярных датчиков, нормируются максимальная индукция включения, минимальная индукция выключения, а также минимально допустимый дифференциал, но при этом (если иное не оговорено в руководстве) их значения обязаны быть разнополярными. Вообще при выборе датчиков рекомендуем идти от общего к частному и начинать с параметрической таблицы (line guide), которая есть на сайте Honeywell по любой из предлагаемых этим производителем продуктовых линеек. В line guide на датчики положения на эффекте Холла серии SSxxxx везде четко прописано, к какому из вышеуказанных типов относятся датчики той или иной серии. Так например, датчики серии **SSS400/SS500** могут быть, в зависимости от конкретного наименования, либо униполярными, либо биполярными, либо true latch.