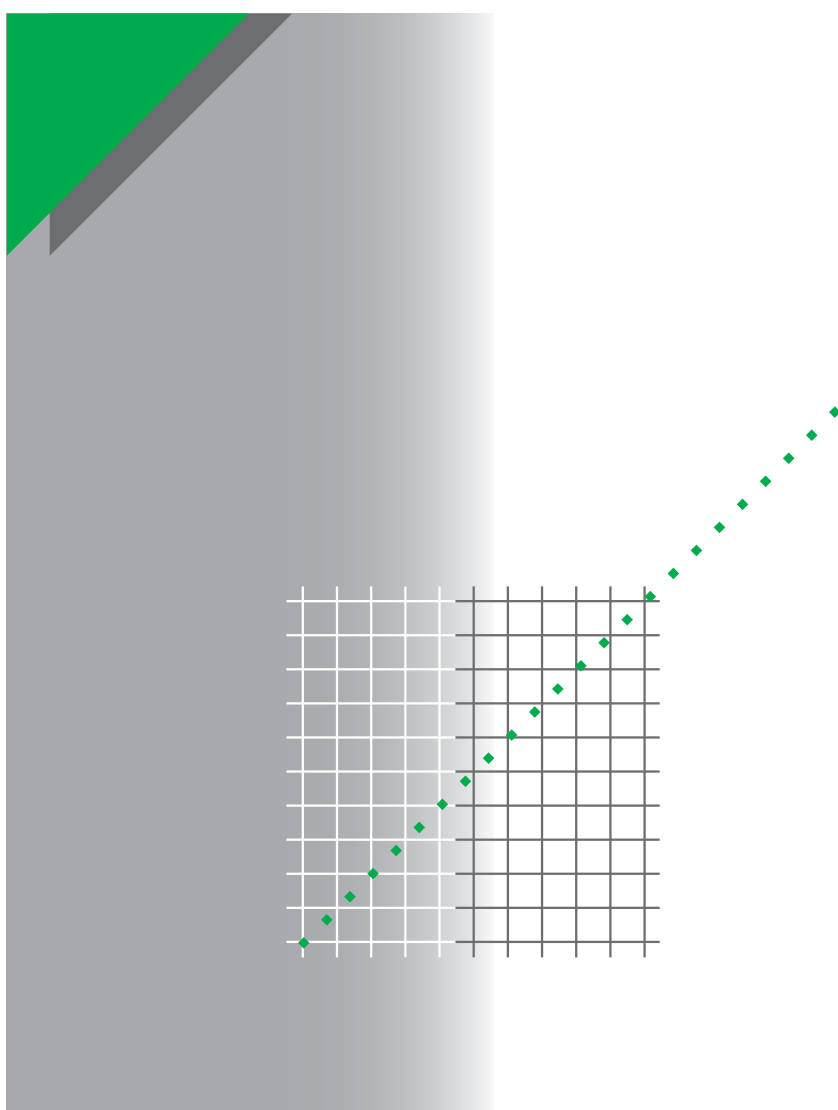


Выпуск № 39

Сбор данных: обнаружение



Компания *Schneider Electric* приступила к выпуску **«Технической коллекции *Schneider Electric*»** на русском языке.

Техническая коллекция представляет собой серию отдельных выпусков для специалистов, которые хотели бы получить более подробную техническую информацию о продукции *Schneider Electric* и ее применении, в дополнение к тому, что содержится в каталогах.

В **Технической коллекции** будут публиковаться материалы, которые позволят лучше понять технические и экономические проблемы и явления, возникающие при использовании электрооборудования и средств автоматизации *Schneider Electric*.

Техническая коллекция предназначена для инженеров и специалистов, работающих в электротехнической промышленности и в проектных организациях, занимающихся разработкой, монтажом и эксплуатацией электроустановок, распределительных электрических сетей, средств и систем автоматизации.

Техническая коллекция будет также полезна студентам и преподавателям ВУЗов. В ней они найдут сведения о новых технологиях и современных тенденциях в мире Электричества и Автоматики.

В каждом выпуске **Технической коллекции** будет углубленно рассматриваться конкретная тема из области электрических сетей, релейной защиты и управления, промышленного контроля и автоматизации технологических процессов.

Валерий Саженок,
Технический директор
ЗАО «Шнейдер Электрик»,
Кандидат технических наук

Выпуск № 39

Сбор данных: обнаружение

Данная статья "Технической Коллекции" – это коллективная работа команды экспертов в различных областях:

Jean-Marie Cannoni

Электромеханическое обнаружение

Vincent Daniau

Системы технического зрения - RFID (Radio Frequency Identification – радиочастотная идентификация)

Patrice Delage

Ультразвуковое обнаружение, датчики углового положения

Christophe Delaitre

Регулирование давления

Pascal Launay

Индуктивные, емкостные, фотоэлектрические датчики

Совместно с:

Alain Guillot

Обзор перспектив развития датчиков обнаружения

Руководитель группы:

Philippe Hampikian

Менеджер направления «Промышленные датчики обнаружения»
(Industrial Presence Sensors Activity Manager)

В автоматизированных системах, вся необходимая для управления информация должна быть обнаружена, собрана и должным образом обработана системой управления.

Поэтому функция "обнаружение" очень важна во всех промышленных процессах, а также важно знание различных технологий для корректного выбора датчиков. Они должны быть способны работать в сложных условиях окружающей среды и выдавать информацию в том виде, в котором ее может принять и обработать система управления.

Данный документ содержит подробную информацию по теме «Обнаружение в промышленной автоматизации».

После краткого обзора, каждая технология проанализирована подробно, чтобы обеспечить читателю возможность корректного выбора. В статье приведен краткий обзор близких технологий, в том числе Системы технического зрения и RFID (радиочастотная идентификация).

Сначала обнаружение может показаться сложным, но Вы скоро узнаете, что оно просто «разнообразно»!

Приятного чтения!

Сбор данных: Обнаружение

Содержание

		Стр.
1. Введение	1.1. Обнаружение - важная функция	4
	1.2. Разнообразные функции обнаружения	4
	1.3. Разнообразные технологии датчиков обнаружения	5
	1.4. Дополнительные функции датчиков	5
2. Электромеханические концевые выключатели	2.1. Обнаружение перемещений	6
	2.2. Режим работы контакта	6
3. Индуктивные бесконтактные датчики	3.1. Принципы работы	8
	3.2. Описание индуктивных датчиков	8
	3.3. Важные характеристики индуктивных датчиков	9
	3.4. Специфические функции	9
4. Емкостные бесконтактные датчики	4.1. Принципы работы	10
	4.2. Различные типы емкостных датчиков	11
	4.3. Важные характеристики емкостных датчиков	11
5. Фотоэлектрические датчики	5.1. Принципы работы	12
	5.2. Различные системы обнаружения	12
	5.3. Важные характеристики в обнаружении при использовании фотоэлектроники	16
6. Ультразвуковые датчики	6.1. Принципы работы	17
	6.2. Приложение	17
	6.3. Особенности ультразвуковых датчиков	18
	6.4. Преимущества ультразвуковых датчиков	19
7. Определение RFID (Radio Frequency Identification) (Идентификация по радиочастотному коду)	7.1. Теория	20
	7.2. Принцип работы	20
	7.3. Описание компонентов	21
	7.4. Преимущества RFID	23
8. Техническое зрение	8.1. Принципы работы	24
	8.2. Ключевые особенности технического зрения	24
9. Оптические датчики положения	9.1. Описание оптического датчика положения	28
	9.2. Типы оптических датчиков положения	29
	9.3. Использование датчика положения с устройством обработки	32
10. Датчики давления и вакуумные выключатели	10.1. Что такое давление?	33
	10.2. Датчики контроля давления	33
11. Другие характеристики датчиков		36
12. Заключение		37

1. Введение

1.1. Обнаружение - важная функция

Функция обнаружения чрезвычайно важна, поскольку она является первым звеном в цепочке обработки информации (см. **Рис. 1**) производственного процесса. В автоматизированной системе датчики обнаружения собирают информацию:

- обо всех событиях, которые необходимо контролировать, таким образом, чтобы система управления, используя программу управления, могла распознать их;
- о протекании различных стадий производственного процесса, когда выполняется управляющая программа.

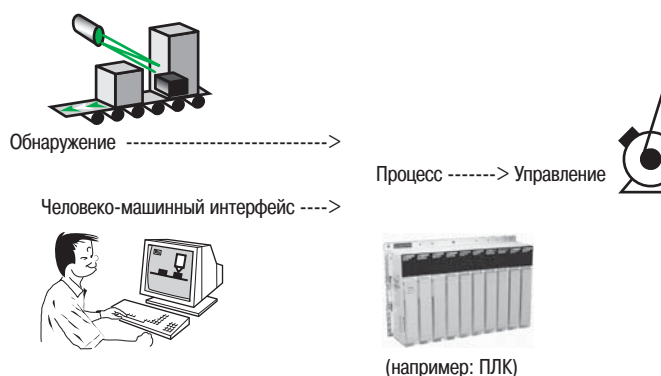


Рис. 1: Информационные связи в производственном процессе

1.2. Разнообразные функции обнаружения

Требования по обнаружению могут значительно различаться. Чаще всего встречаются следующие требования:

- отслеживание присутствия, отсутствия или позиции объекта;
- контроль прохождения, перемещения или затруднения перемещения объектов;
- счет в типовых приложениях обнаружения объектов в производственных линиях или в приложениях по перемещению объектов, а также в приложениях для обнаружения людей или транспортных средств данные требования обычно реализуются с помощью "дискретных" устройств.

Существуют более специфические требования по обнаружению, такие как:

- контроль наличия (или уровня) газа или жидкости;
- распознавание формы;
- распознавание позиции (угловой или линейной);
- чтение и запись кодированной информации.

В дополнение к изложенному выше, существует множество требований к условиям окружающей среды. В зависимости от места размещения датчик должен быть устойчив к:

- влажности или выдерживать полное погружение в жидкость (например, усиленная водонепроницаемая герметизация);
- коррозии (в химической промышленности, в производственных линиях по изготовлению пищи или напитков);
- чрезмерным температурным колебаниям (например, в тропических регионах);
- всем типам загрязнений (снаружи или внутри механизма);
- и даже к вандализму...

Для того чтобы удовлетворять все эти требования, производители разработали разнообразные датчики обнаружения с использованием разнообразных технологий.

1.3. Разнообразные технологии датчиков обнаружения

Производители датчиков используют разнообразные физические принципы измерений, из которых основными являются:

- механический (давление, сила) для электромеханических концевых выключателей;
- электромагнитный (поле, сила) для магнитных датчиков, индуктивных бесконтактных датчиков;
- световой (сила или отклонение) для фотоэлектрических элементов;
- емкостной для емкостных бесконтактных датчиков;
- акустический (время движения волны) для ультразвуковых датчиков;
- жидкая среда (давление) для мембранных переключателей и датчиков давления;
- оптический (анализ образа) для систем технического зрения.

Данные принципы имеют свои преимущества и ограничения для каждого типа датчиков. Например, некоторые из них достаточно прочные, но должны иметь контакт с тем объектом, который они отслеживают, другие могут быть размещены в агрессивных средах, но могут отслеживать только металлические объекты.

Целью описания этих различных технологий в последующих разделах является разъяснение правил монтажа и эксплуатационных требований для датчиков, продаваемых на рынке автоматизации в секторе промышленных устройств в настоящее время.

1.4. Дополнительные функции датчиков

В процессе развития датчики приобрели разнообразные функции, которые позволяют упростить их использование, в частности одной из таких функций является режим самообучения.

При наличии функции самообучения эффективная настройка диапазона обнаружения может быть достигнута

простым нажатием на кнопку. Например, датчик может иметь режим сверхточной настройки минимальной и максимальной границы диапазона (± 6 мм для ультразвуковых датчиков; подавление переднего плана или заднего плана) или функцию распознавания среды для фотоэлектрических датчиков.

2. Электромеханические концевые выключатели

Обнаружение достигается посредством физического контакта (чувствительного элемента или рабочего органа) с объектом или перемещающейся частью. Информация передается в систему обработки через электрический (дискретный) контакт.

Такие устройства, имеющие чувствительный элемент или рабочий орган, известны как концевые выключатели. Они используются практически во всех автоматизированных системах и в большом количестве применений, поскольку имеют неотъемлемые технологические преимущества.

2.1. Обнаружение перемещений

Существует несколько типов датчиков перемещения, различающихся направлениями перемещения чувствительного элемента или рабочего органа (см. **Рис. 2**), что позволяет обнаруживать объект в нескольких позициях, а также настраивать устройство на обнаруживаемый объект:

- прямолинейное перемещение;
- угловое перемещение;
- перемещение по нескольким направлениям.

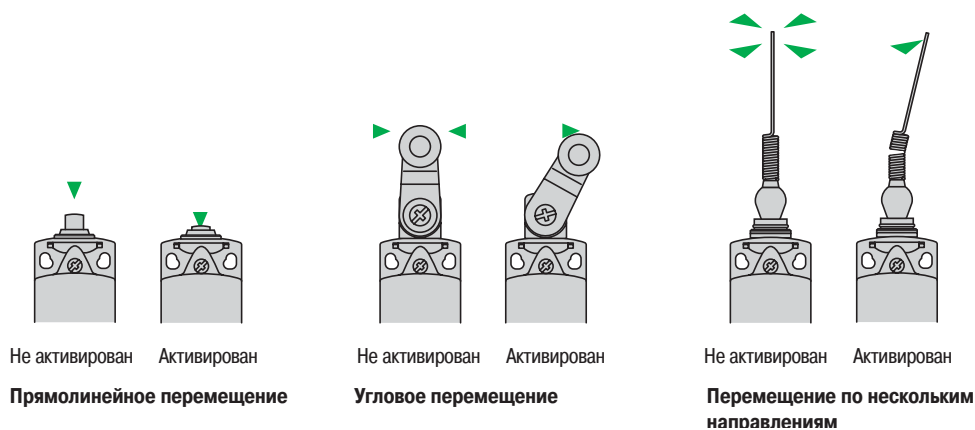


Рис. 2: Различные типы датчиков перемещения

2.2. Режим работы контакта

Продукты от различных производителей характеризуются технологией, которая используется для перемещения контактов.

Контакт мгновенного действия

Перемещение контактов характеризуется эффектом гистерезиса (запаздывания), другими словами, совершенно различными точками срабатывания и отпускания (см. **Рис. 3** на следующей странице).

Скорость, с которой перемещаются подвижные контакты, не зависит от скорости перемещения рабочего органа. Эта особенность означает, что достаточная производительность может быть достигнута даже при низких скоростях перемещения рабочего органа. Чаще всего концевые выключатели с контактами мгновенного действия имеют контакты с позитивным открыванием.

Это относится к контактам типа НЗ (нормально закрытый) и означает следующее:

“Устройство отвечает данным требованиям, когда все элементы его контактов типа НЗ могут безусловно перемещаться в открытое положение, другими словами, отсутствует гибкая связь между перемещающимися контактами и рабочим органом, к которому прикладывается воздействующая сила.”

Это относится к электрическому контакту на концевом выключателе (см. **Рис. 3**) а также к рабочему органу, который должен передать движение без деформации.

Использование устройств с позитивным размыкающим действием является обязательным для приложений безопасности.

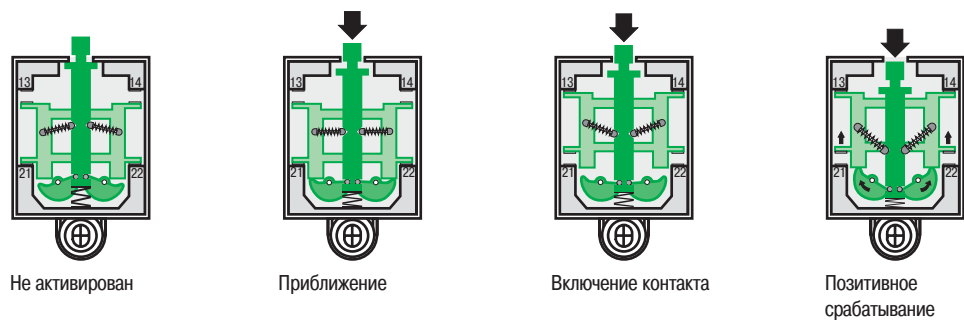


Рис. 3: Различные позиции контакта мгновенного действия

Контакт медленного действия, также известный как медленное размыкание (см. Рис. 4)

Такой режим работы характеризуется:

- идентичными точками срабатывания и отпускания;
- скоростью перемещения контакта равна или пропорциональна скорости рабочего органа (которая не должна быть меньше, чем $0,1 \text{ м/с} = 6 \text{ м/мин}$). Если скорость ниже данного значения, то контакт открывается слишком медленно, что может нарушить электрический режим работы контакта (риск возникновения электрической дуги).
- расстояние открывания также зависит от перемещения рабочего органа.

Данные контакты сконструированы таким образом, что они имеют позитивное открывание: стержень напрямую воздействует на перемещающиеся контакты.

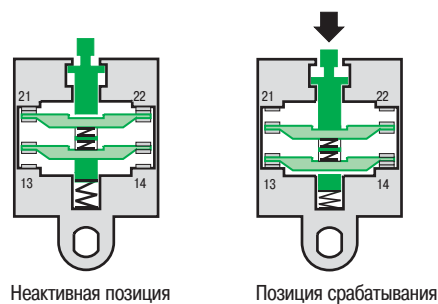


Рис. 4: Пример контакта медленного действия

3. Индуктивные бесконтактные датчики

В соответствии с принципами своей работы, данные датчики могут работать только с металлическими объектами.

3.1. Принципы работы

Чувствительным элементом является индуктивная цепь (катушка индуктивности L). В данную цепь включен конденсатор с емкостью C , чтобы получить резонансный контур с частотой F_0 , значение которой чаще всего находится между 100 кГц и 1 МГц.

Электронная цепь используется для поддержания колебаний в контуре в соответствии с формулой ниже:

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Эти колебания генерируют переменное магнитное поле перед катушкой. В металлическом экране, размещенном в магнитном поле, наводятся вихревые электрические токи, которые в свою очередь индуцируют дополнительный заряд, изменяющий условия колебаний в контуре (см. Рис. 5).

Присутствие металлического объекта перед датчиком снижает добротность резонансного контура.

Состояние 1, без металлического экрана:

$$Q_1 = \frac{R_1}{L\omega}$$

Напоминание: $Q = \frac{R}{L\omega} = \frac{L\omega}{r} \Rightarrow R = Q^2 r$

Состояние 2, с металлическим экраном:

$$Q_2 = \frac{R_2}{L\omega} \quad R_2 < R_1 \Rightarrow Q_2 < Q_1$$

Обнаружение осуществляется путем измерения изменения добротности (при пороге обнаружения от 3% до 20%).

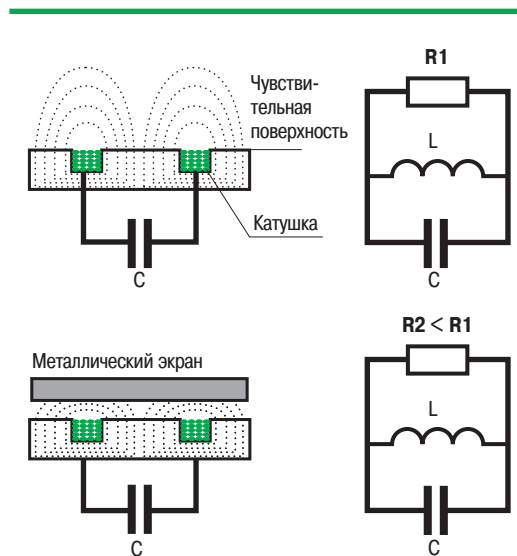


Рис. 5: Принцип работы индуктивного датчика

Приближение металлического экрана приводит к снижению добротности и, следовательно, уменьшению амплитуды колебаний. Дистанция чувствительности зависит от характеристик обнаруживаемого металла (сопротивления ρ и относительной магнитной проницаемости μ_r).

3.2. Описание индуктивных датчиков (см. Рис. 6а на следующей странице)

Преобразователь: В его состав входит катушка, изготовленная из многожильного медного провода (литцендрата – высокочастотного многожильного провода) и расположенная внутри половинного ферритового сердечника, который направляет линии поля к передней части датчика.

Генератор: Существуют несколько типов генераторов, в том числе и генераторы с постоянным отрицательным сопротивлением $-R$, эквивалентным абсолютному значению параллельному резистору R_p колебательного контура для номинального диапазона (см. предыдущий раздел).

=> Если обнаруживаемый объект находится вне номинального диапазона, $|R_p| > |-R|$, колебательный процесс идет.

=> Если обнаруживаемый объект находится внутри номинального диапазона, $|R_p| < |-R|$, колебательный процесс прекращается и генератор заблокирован.

Этап формирования: Он реализуется с помощью пикового детектора и включенного последовательно компаратора, настроенного на два пороговых значения (триггер), для предупреждения преждевременного включения, когда обнаруживаемый объект близок к номинальному диапазону. Это позволяет сформировать гистерезис датчика (см. Рис. 6б на следующей странице).

Питание и выход: Питание датчиков может осуществляться в широком диапазоне напряжений (от 10 В постоянного тока до 264 В переменного тока). Выход управляет нагрузкой от 0,2 А постоянного тока до 0,5 А переменного тока, с защитой от короткого замыкания или без нее.

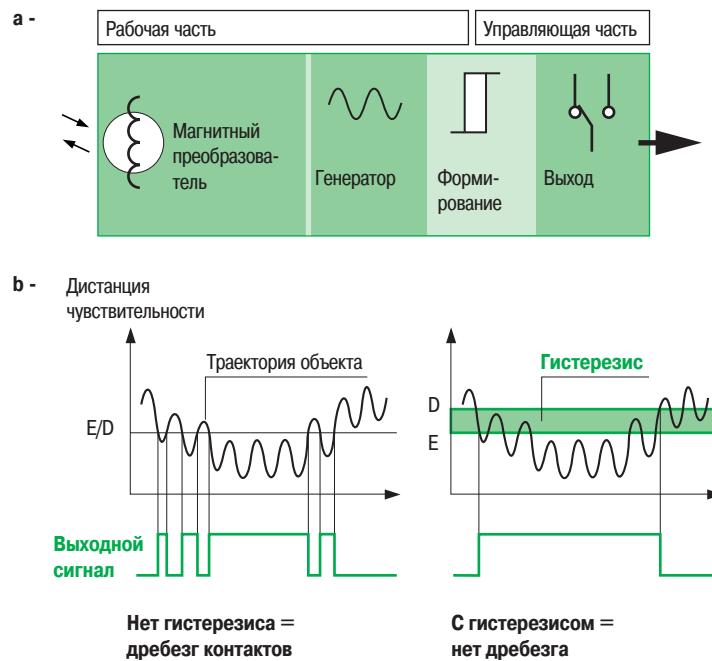


Рис. 6: Диаграмма работы индуктивного датчика, [a] схема, [b] гистерезис датчика

3.3. Важные характеристики индуктивных датчиков

Наиболее важные характеристики индуктивных бесконтактных датчиков:

- Дистанция чувствительности: зависит от размера зоны чувствительности. S_n : номинальный диапазон (низкоуглеродистая сталь) изменяется от 0,8 мм (диаметр датчика 4) до 60 мм (датчик 80 x 80).

- Гистерезис: разность перемещений (от 2 до 10% от S_n), предупреждающая дребезг контактов.

- Частота прохождения объектов мимо передней части датчика, известная также как частота переключения (максимум 5 кГц).

3.4. Специфические функции

- Датчики защищенные от магнитных полей, генерируемых сварочными аппаратами.
- Датчики с аналоговым выходом.
- Датчики с фактором коррекции 1, при этом дистанция чувствительности не зависит от того, является ли обнаруживаемый металл магнитным (содержит железо) или цветным (не содержит железа) (см. Рис.7).
- Избирательные датчики для обнаружения черных и цветных металлов.
- Датчики контроля вращения: эти низкоскоростные датчики чувствительны к частоте прохождения металлических объектов.
- Датчики для взрывоопасных условий окружающей среды (стандарты NAMUR).

- Приложение: Если обнаруживаемый объект состоит не из стали, то дистанция чувствительности датчика пропорциональна фактору коррекции материала, из которого состоит объект.

$$D_{\text{Материал } x} = D_{\text{Сталь}} \times K_{\text{Материал } x}$$

- Типовые значения фактора коррекции ($K_{\text{Материал } x}$):

- сталь = 1;
- нержавеющая сталь = 0,7;
- латунь = 0,4;
- алюминий = 0,3;
- медь = 0,2.

Пример: $D_{\text{Нержавеющая сталь}} = D_{\text{Сталь}} \times 0,7$

Примечание: Коррекция необходима для датчиков с «фактором 1».

Рис. 7: Применение и типовые значения фактора коррекции

4. Емкостные бесконтактные датчики

Данная технология может использоваться для обнаружения всех типов проводящих и непроводящих материалов, например, стекло, масло, дерево и пластик.

4.1. Принципы работы

Чувствительная поверхность датчика образует обкладку конденсатора.

На данную поверхность подается синусоидальное напряжение, создающее переменное поле перед датчиком.

Так как данное синусоидальное напряжение связано с опорным потенциалом (например, земля или заземление механизма), вторая обкладка конденсатора должна быть подключена к данному опорному потенциалу (например, корпус механизма).

Эти два электрода, расположенные друг напротив друга, образуют конденсатор емкостью:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d}$$

где:

$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12}$ Ф/м - абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума;

ϵ_r - относительная диэлектрическая проницаемость материала между двумя электродами.

Случай 1: Нет объекта между 2 электродами (см. **Рис. 8**)

$$\epsilon_r \approx 1 \text{ (воздух)} \Rightarrow C \approx \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

Случай 2: Непроводящий объект между 2 электродами (см. **Рис. 9**)

$$\Rightarrow (\epsilon_r \approx 4)$$

В этом случае заземленным электродом может быть, например, металлическая лента конвейера.

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d}$$

В присутствии объекта значение ϵ_r становится больше 1, емкость C возрастает.

Измерение повышенного значения емкости C позволяет обнаружить непроводящий объект.

Случай 3: Проводящий объект между 2 электродами (см. **Рис. 10**)

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d - e}$$

$$\text{где } \epsilon_r \approx 1 \text{ (воздух)} \Rightarrow C \approx \epsilon_0 \frac{A}{d - e}$$

Таким образом, присутствие металлического объекта приводит к увеличению значения C .

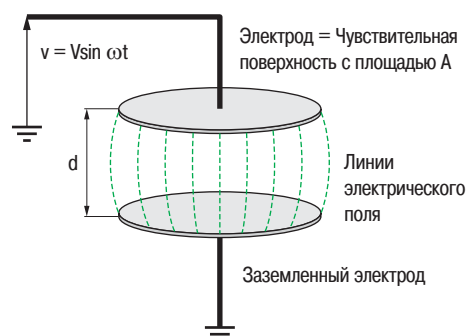


Рис. 8: Емкостной датчик без объекта

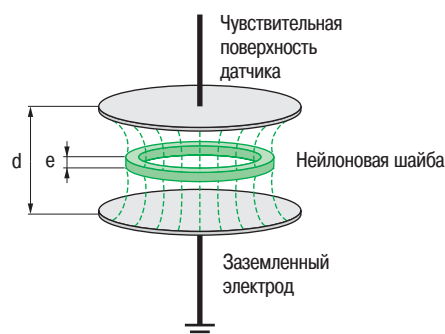


Рис. 9: Непроводящий объект в поле емкостного датчика

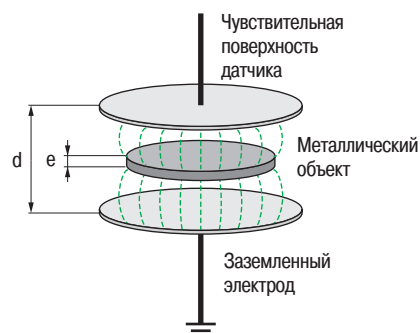


Рис. 10: Проводящий объект в поле емкостного датчика

4.2. Различные типы емкостных датчиков

Емкостные датчики без заземленного электрода

Принцип работы таких датчиков изложен выше. Для обнаружения объекта необходимо обеспечить соединение с заземлением (опорным потенциалом).

Данные датчики используются для обнаружения проводящих материалов (металлы, вода) на значительных расстояниях.

Типовые применения: обнаружение проводящих материалов сквозь непроводящий материал (см. **Рис. 11**).

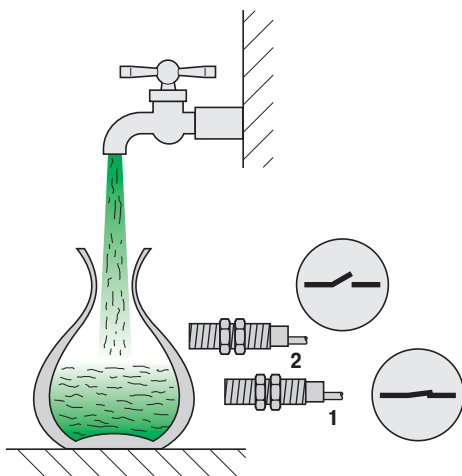


Рис. 11: Обнаружение наличия воды в стеклянном или пластиковом контейнере

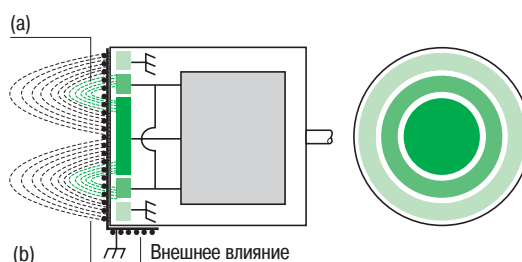
Емкостные датчики с заземленным электродом

Не всегда возможно найти путь к точке заземления, как было в рассмотренном выше примере обнаружения воды в непроводящем контейнере.

Решением является встраивание заземленного электрода на чувствительную поверхность.

В данном случае создаваемое электрическое поле не зависит от пути к точке заземления (см. **Рис. 12**).

Применение: обнаружение всех материалов. Возможность обнаружения непроводящих или проводящих материалов, находящихся за непроводящей перегородкой, например, зерно в картонной коробке.



(a): Компенсирующее поле (устранение внешнего влияния).
(b): Основное электрическое поле.

■ Основной электрод.
■ Компенсирующий электрод.
■ Заземленный электрод.

Рис. 12: Принцип работы емкостного датчика без заземленного электрода

4.3. Важные характеристики емкостных датчиков

Чувствительность емкостных датчиков рассчитывается по основной формуле, рассмотренной выше (глава 4.1) и зависит и от расстояния между объектом и датчиком, и от материала, из которого состоит объект.

■ Дистанция чувствительности

Данный параметр связан с диэлектрической проницаемостью или относительной диэлектрической проницаемостью ϵ_r материала, из которого состоит обнаруживаемый объект.

Для того чтобы обеспечить возможность обнаружения разнообразных материалов, емкостные датчики оснащаются потенциометром, который позволяет настроить чувствительность датчика.

■ Материал

В таблице на **Рис. 13** приведены значения диэлектрической проницаемости для различных материалов.

Материал	ϵ_r	Материал	ϵ_r
Ацетон	19.5	Нефть	2.0-2.2
Воздух	1.000264	Силиконовый лак	2.8-3.3
Аммиак	15-25	Полипропилен	2.0-2.2
Этанол	24	Фарфор	5-7
Мука	2.5-3	Порошковое молоко	3.5-4
Стекло	3.7-10	Соль	6
Глицерин	47	Сахар	3.0
Слюда	5.7-6.7	Вода	80
Бумага	1.6-2.6	Дерево (сухое)	2-6
Нейлон	4-5	Дерево (сырое)	10-30

Рис. 13: Диэлектрическая проницаемость различных материалов

5. Фотоэлектрические датчики

Принцип работы данных датчиков позволяет им обнаруживать все типы объектов, включая непрозрачные, отражающие и даже почти прозрачные объекты.

Они также используются для обнаружения человека (автоматические двери, барьеры безопасности и т.д.).

5.1. Принципы работы (см. Рис. 14)

Светоизлучающий диод (LED) испускает световые импульсы, обычно в инфракрасном диапазоне (от 850 до 950 нм).

В зависимости от присутствия или отсутствия объекта, световой импульс принимается или не принимается фотодиодом или фототранзистором.

Для формирования дискретного сигнала генерируемый фотоэлектрический ток усиливается и сравнивается пороговым значением.

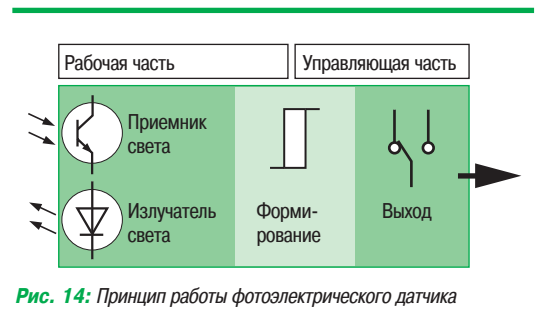


Рис. 14: Принцип работы фотоэлектрического датчика

5.2 Различные системы обнаружения

Схемы фотоэлектрических систем обнаружения, рассматриваемых в данной главе, предназначены исключительно для разъяснения принципов работы используемых устройств. Схемы не содержат точного оптического представления, поскольку расстояние между объектом и датчиком значительно превышает зазор между излучателем и приемником; таким образом, излучаемые и принимаемые лучи могут считаться параллельными.

Система «прямой луч» (см. Рис. 15)

Излучатель и приемник установлены в разных корпусах. Излучатель: светодиод, расположенный в точке фокуса фокусирующей линзы, создает пучок параллельных лучей. Приемник: фотодиод (или фототранзистор), расположенный в точке фокуса фокусирующей линзы, генерирует ток, пропорциональный полученной световой энергии.

Система излучатель-приемник выдает дискретный сигнал в зависимости от наличия или отсутствия объекта в зоне луча.

□ Достоинства: дистанция чувствительности (диапазон) может быть достаточно большой (до 50 м и более); это зависит от размера линз и, следовательно, самого датчика.

□ Недостатки: размещение в 2 корпусах, и поэтому требуется два отдельных источника питания; для дистанции чувствительности более 10 м размещение на одной линии может быть достаточно сложным.

Системы отражения

Существует два типа систем отражения: стандартное отражение и поляризованное отражение.

■ В системе отражения (см. Рис. 16 на следующей странице) обычно используется луч света инфракрасного диапазона (от 850 до 950 нм)

□ Достоинства: излучатель и приемник размещены в одном корпусе (следовательно, необходим один кабель питания); дистанция чувствительности (диапазон) остается достаточно большим, хотя меньше чем в системах «прямого луча» (до 20 м).

□ Недостатки: отражающий объект (окно, корпус машины и т.д.) могут быть интерпретированы как отражатель и, следовательно, не обнаружены.

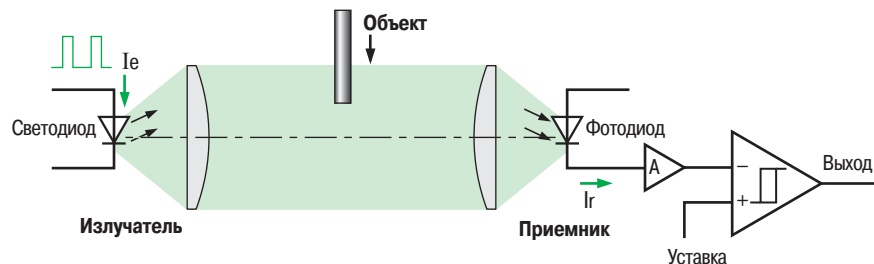


Рис. 15: Система обнаружения «прямой луч»

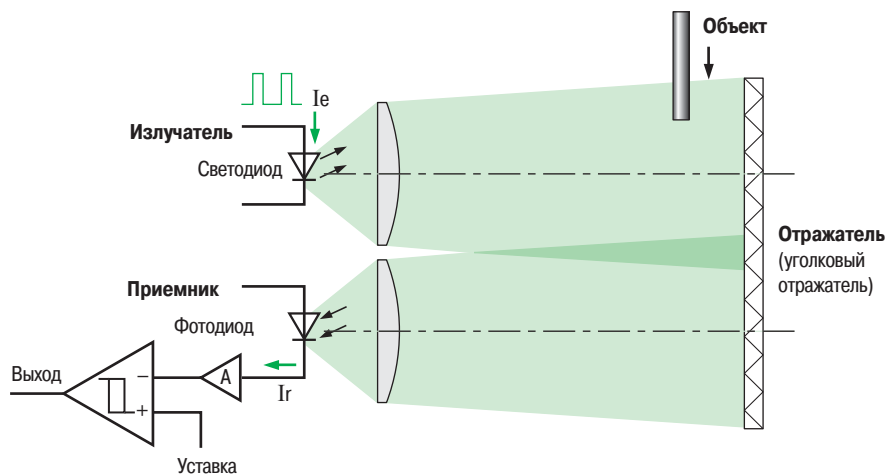


Рис. 16: Принцип обнаружения в системе отражения

■ Поляризованное отражение (см. Рис. 17)

Обычно используется луч света красного диапазона (660 нм).

Испускаемый луч поляризуется вертикально с помощью линейного поляризационного фильтра.

Отражатель изменяет направление поляризации света, таким образом, часть возвращающегося излучения имеет горизонтальную поляризацию.

Принимающий линейный поляризационный фильтр пропускает данный компонент, и свет достигает приемника.

■ В отличие от отражателя, отражающий объект (зеркало, лист металла, окно) не изменяет состояние поляризации света. Поэтому свет, отражаемый объектом, не может достичь приемника (см. Рис. 18 на следующей странице).

□ Достоинства: данный тип датчиков не имеет недостатка, характерного для стандартной системы отражения.

□ Недостатки: более высокая стоимость; меньшая дистанция чувствительности: стандартное инфракрасное отражение: 15 м; поляризованное отражение: 8 м.

Система рассеивания (на объекте)

■ Стандартное рассеивание (см. Рис. 19 на следующей странице)

В данной системе используется прямое отражение (рассеивание) от обнаруживаемого объекта.

□ Достоинства: нет необходимости использовать рефлектор.

□ Недостатки: дистанция чувствительности данной системы очень мала (до 2 м). Она также зависит от цвета обнаруживаемого объекта и фона за объектом. При этом дистанция чувствительности больше для объекта белого цвета, чем для объекта черного или серого цвета. Если цвет фона ярче, чем цвет обнаруживаемого объекта, обнаружение может быть невозможно.

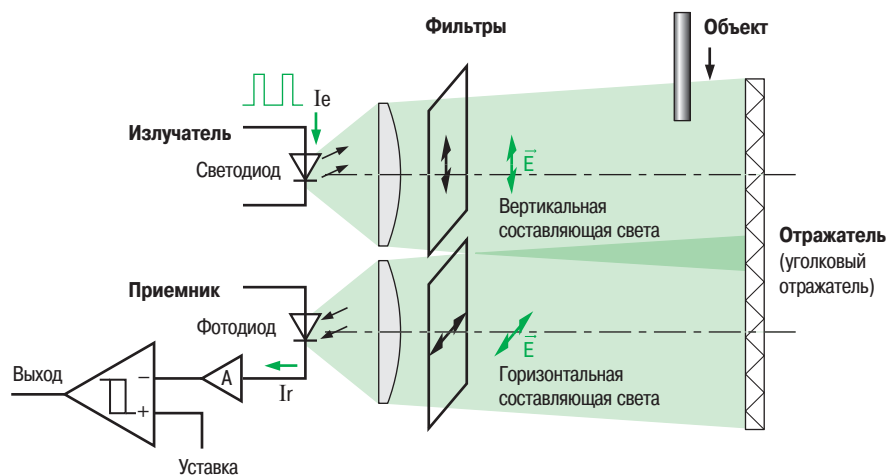


Рис. 17: Принцип обнаружения в системе поляризованного отражения

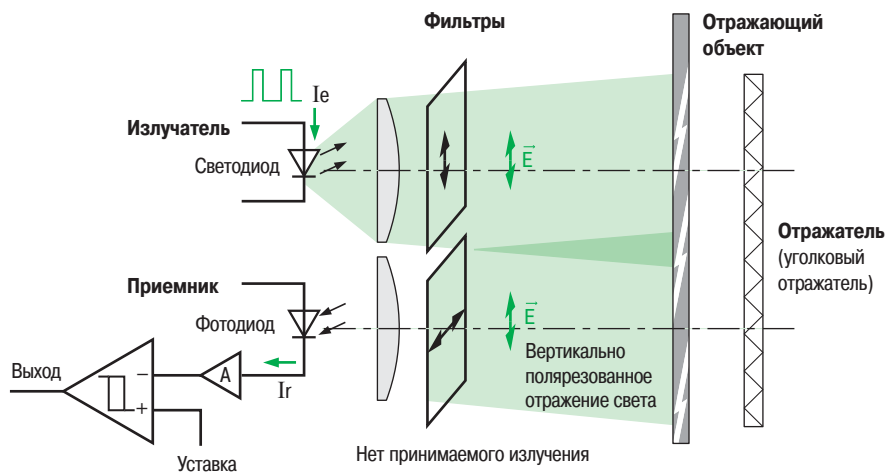


Рис. 18: Система поляризованного отражения: необнаружение отражающего материала

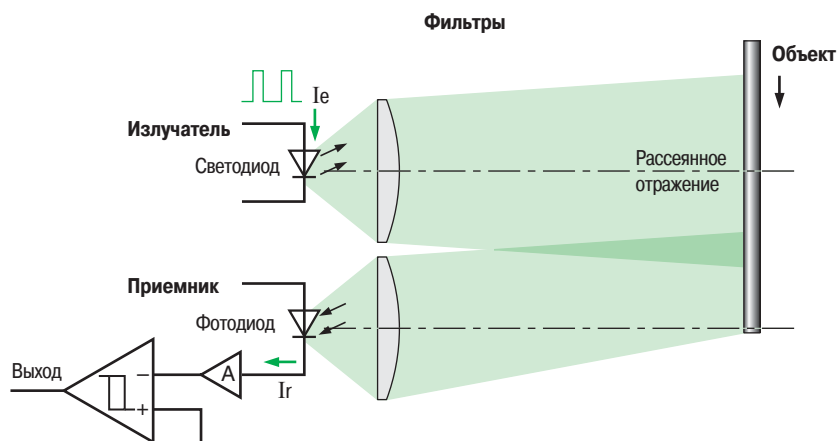


Рис. 19: Принцип стандартного отражения рассеянного света в фотодатчиках

■ Отражение с подавлением объектов на фоне (см. Рис. 20)

Эта система определения наличия объекта использует триангуляцию. Дистанция чувствительности (до 2 м).

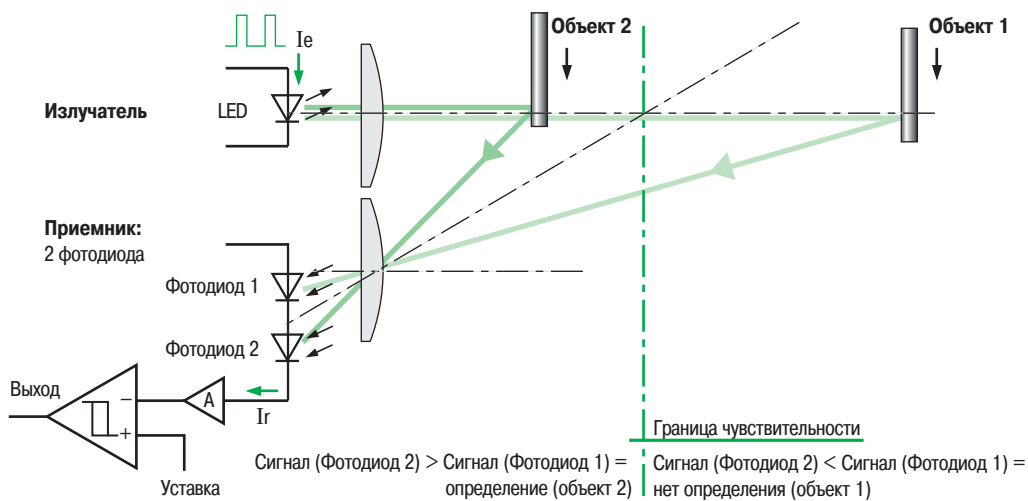


Рис. 20: Принцип рассеивания в фотоэлектрических датчиках с подавлением фона

Дистанция чувствительности не зависит от отражающей способности объекта, а только от его положения: светлый объект определяется на той же позиции, что и темный объект.

Кроме этого любые объекты, расположенные на заднем плане игнорируются.

Световоды

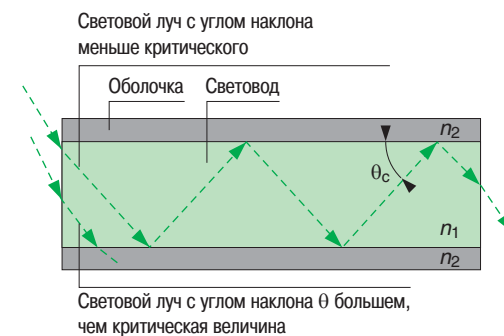
■ Принципы работы

Напоминание принципа работы приведено на **Рис. 21**. Существуют разные типы световодов: многомодовые и одномодовые (см. **Рис. 22**).

Распространение световой волны внутри световода зависит от внутренней отражательной способности световода. Полная внутренняя отражательная способность достигается, когда световой луч проходит из одной среды в другую, чья отражательная способность имеет меньший индекс отражения. Более того световой луч полностью отражается без потерь если угол наклона светового потока больше чем критический угол θ_c .
Общая внутренняя отражающая способность обуславливается двумя факторами: индекс отражения двух поверхностей и критического угла.
Эти факторы можно представить формулой:

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

Если известен индекс отражения двух материалов, то можно рассчитать критический угол. Физика определяет индекс отражения, как соотношение между скоростью света в вакууме (c) и скоростью в материале (v).



$$n = \frac{c}{v}$$

Индекс проницаемости воздуха соответствует индексу проницаемости вакуума, равному 1, так как скорость распространения света в воздухе практически равна скорости в вакууме.

Рис. 21: Принцип распространения световых волн в световоде

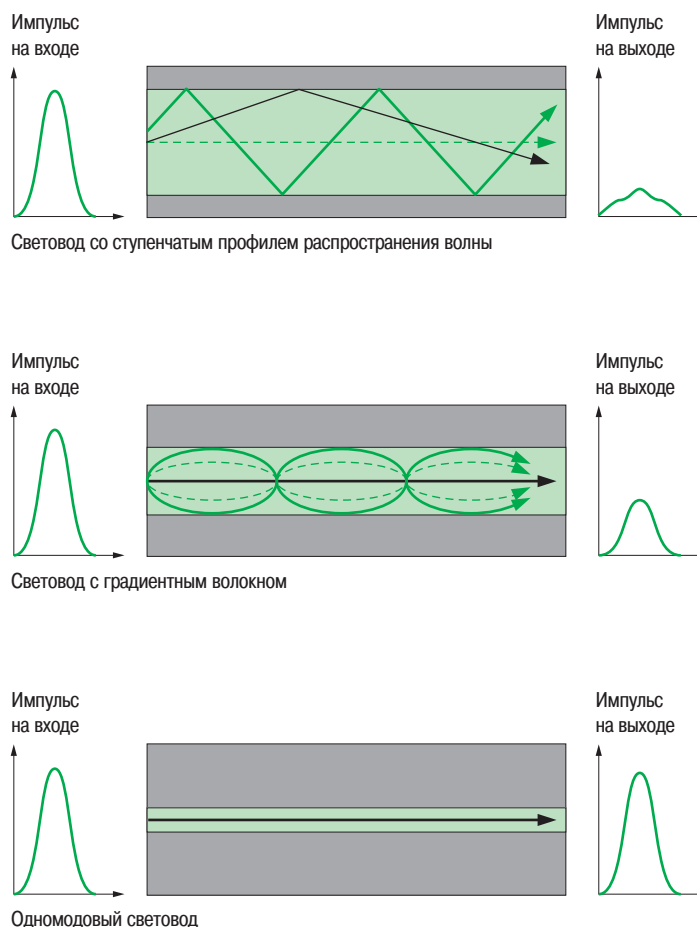


Рис. 22: Разные типы световодов

■ Многомодовый кабель

В этом кабеле световод имеет диаметр намного больше, чем длина световой волны ($\Phi \approx 9 - 125 \text{ мкм}$, $L_0 = 0.5 - 1 \text{ мм}$). В таком кабеле используются два типа распространения световой волны: со ступенчатым показателем преломления и с распределенным показателем преломления.

■ Одномодовый

В отличие от предыдущего, световод этого кабеля имеет очень маленький диаметр, сравнимый с длиной волны ($\Phi \leq 10 \text{ мкм}$, $L_0 = \text{обычно } 1,5 \text{ мм}$). При этом применяется распространение волны со ступенчатым показателем преломления. Такие кабели обычно применяются в телекоммуникации.

Это краткое напоминание иллюстрирует различие технических характеристик кабелей и поэтому еще раз напоминает о необходимости соблюдения особых предосторожностей при прокладке кабелей, например (требуется уменьшение натяжения и уменьшение углов изгиба до рекомендуемых изготовителем показателей). Мультимодовые оптические кабели наиболее часто применяют в системах автоматизации, так как они обеспечивают превосходную защиту от помех (EMC – электромагнитную совместимость) и просты в применении.

■ Технологии датчика

Оптоволокно размещено напротив излучающего светодиода LED и напротив принимающего фотодиода или фотодатчика (см. **Рис. 23**).

Этот принцип позволяет:

- размещать электронные компоненты на некотором удалении от наблюдаемой точки;
- использовать в тяжелых условиях применения, например, при высокой температуре;
- обнаруживать очень маленькие объекты (в миллиметровом диапазоне);
- в зависимости от соединителей, работать в режимах реального луча или приближения.

Замечание: соединение оптоволокна и наконечников, прокладка кабеля должны быть выполнены очень аккуратно для исключения потерь сигнала и помех.

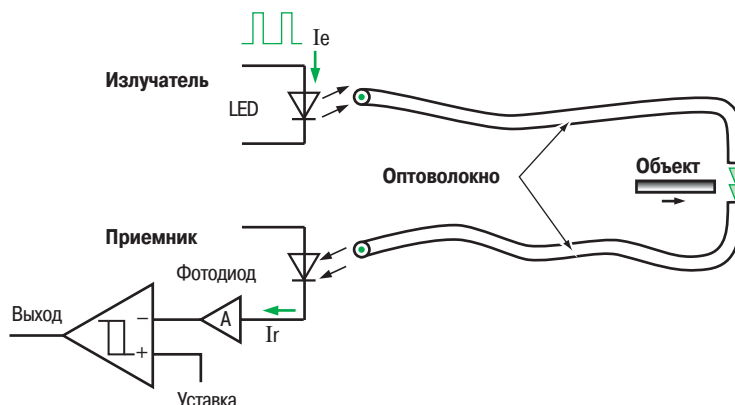


Рис. 23: Принцип построения оптоволоконного датчика

5.3. Важные характеристики в обнаружении при использовании фотоэлектроники

На технические характеристики этих систем обнаружения могут воздействовать многочисленные факторы. Некоторые из них уже упоминались:

- дистанция (Датчик – Объект);
- тип обнаруживаемого объекта (диффузия, отражение или прозрачный материал, цвет и размер);
- окружающая среда (освещение, фон и т.д.).

6. Ультразвуковые датчики

6.1. Принципы работы

Ультразвуковые волны генерируются, используя электроакустический преобразователь (пьезоэлектрический эффект), который преобразует электрическую энергию в механические колебания благодаря пьезоэлектричеству или явлениям магнитострикции (см. Рис. 24).

Принцип основывается на измерении времени распространения акустической волны между датчиком и целью.

Скорость распространения 340 м/с в воздухе при 20 °С: например, для измерения размеров до 1 м. требуется приблизительно 3 мс.

Преимущество ультразвуковых датчиков состоит в том, что они могут работать на больших расстояниях (до 10 м) и они могут обнаружить любые объекты, которые отражают звук, независимо формы или цвета объекта.

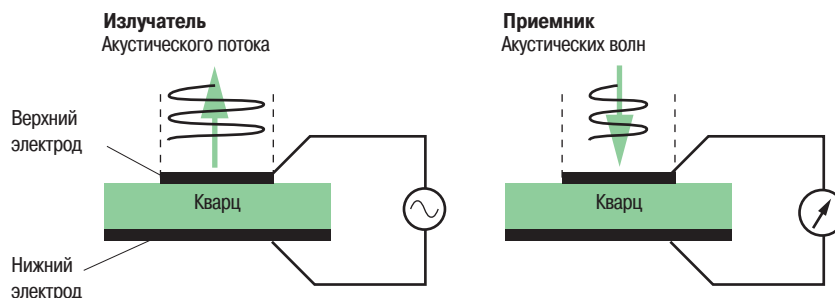


Рис. 24: Принцип работы электроакустического преобразователя

6.2 Приложение (см. Рис. 25)

Преобразователь (Излучатель-Приемник) генерирует импульсные ультразвуковые волны (от 100 до 500 кГц, в зависимости от продукта), которые передаются через атмосферный воздух со скоростью звука.

Как только волна встречает на своем пути объект, она возвращается в преобразователь в виде отраженной волны (эхо).

Микропроцессор анализирует полученный сигнал и измеряет интервал времени между излучаемым сигналом и эхом. Сравнивая его с эталонным или установленным в процессе самонастройки интервалом времени, микропроцессор управляет выходами и контролирует их состояние. Скорость распространения звука известна, поэтому расстояние можно рассчитать, используя следующую формулу:

$$D = \frac{T \cdot V_s}{2}, \text{ где}$$

D расстояние от датчика до объекта;
T время между излучением и приемом;
Vs скорость звука (300 м/с).

Выходные цепи могут быть дискретного типа (PNP или NPN транзистор), соответствующие НО или НЗ контакту, или обеспечивать аналоговый сигнал (ток или напряжение), который прямо или обратно пропорционален измеренному расстоянию до объекта.

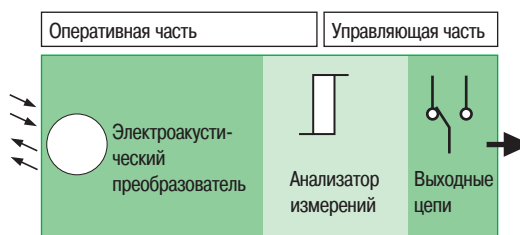


Рис. 25: Структура ультразвукового датчика

6.3. Особенности ультразвуковых датчиков

Определение (см. Рис. 26)

Слепая зона: зона между чувствительной поверхностью датчика и областью, в которой объект может быть выявлен достоверно. Невозможно точно обнаружить объекты в этой зоне. Поэтому когда датчик находится в работе, объекты не должны проходить через слепую зону, так как это может приводить к переходу выхода в неопределенное состояние.

Рабочая зона: область, в которой датчик готов к работе. В зависимости от модели датчика, эта зона может быть фиксированной или регулируемой при помощи кнопки.

Важные характеристики: ультразвуковые датчики особенно подходят для обнаружения твердых объектов с плоской поверхностью, перпендикулярной оси обнаружения. Однако функции ультразвукового детектора могут быть нарушены различными факторами:

- Внезапные сильные потоки воздуха могут внести помехи в акустические волны, излучаемые датчиком (область излучателя);

- Значительные градиенты температуры в зоне зондирования.

Высокая температура объекта в зоне измерения изменяет время прохождения отраженного сигнала, что препятствует проведению надежных обнаружений.

- Использование материалов со звукопоглощением, таких как хлопок, резина и т.д. Для обнаружения этих продуктов рекомендуется использовать режим «Рефлекс».

- Угол между объектом и осью датчика.

Если этот угол не равен 90° , то волна не отражается на детекторе и дальность обнаружения снижается. Чем больше расстояние между объектом и датчиком, тем более очевидным становится этот эффект. Обнаружение невозможно при углах $\pm 10^\circ$

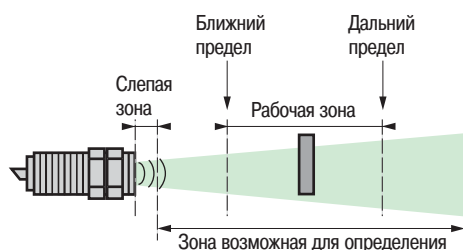


Рис. 26: Эксплуатационные ограничения для ультразвуковых датчиков

- Форма объекта.

Как следствие предыдущего фактора узкие объекты очень трудно обнаружить.

Режимы работы (см. Рис. 27)

Диффузный режим работы: датчик излучает звуковую волну, а затем получает её после отражения от объекта. В этом случае объект должен отражать волны.

Рефлексный режим: датчик излучает звуковую волну, а затем получает её после отражения от рефлектора, поэтому датчик постоянно активен. Рефлектором в этом случае является плоская и твердая поверхность. Это может быть часть машины. В данном случае объект обнаруживается, когда волна разбивается. Этот режим особенно хорошо подходит для обнаружения поглощающих материалов или плоских объектов.

Режим встречного излучения: такая система включает в себя два отдельных продукта, которые расположены друг против друга: ультразвуковой излучатель и приемник.

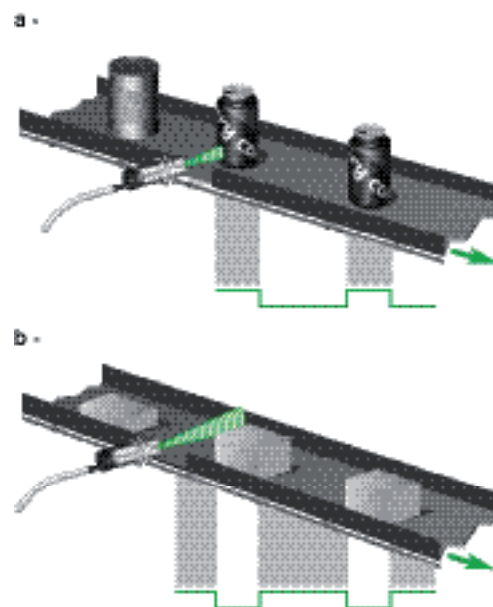


Рис. 27: Использование ультразвуковых датчиков:
а/ бесконтактный или диффузный режимы;
б/ рефлексный режим.

6.4. Преимущества ультразвуковых датчиков

- Нет физического контакта с объектом, поэтому нет износа, что позволяет обнаружить хрупкие или только окрашенные изделия.
- Любые материалы независимо от их цвета могут быть обнаружены в том же диапазоне, без перенастройки или поправочных коэффициентов.
- Статическое устройство: нет движущихся частей внутри датчика, поэтому срок его службы не зависит от количества циклов.
- Хорошая стойкость к промышленной среде: устойчивость к вибрации и ударопрочность устройства, устойчивость к влажной и запыленной среде.

7. Определение RFID (Radio Frequency Identification)

В этом разделе описываются устройства, предназначенные для хранения и использования данных, записанных в электронных метках, используя радиочастотный сигнал.

7.1. Теория

■ Радиочастотная идентификация (RFID) является относительно новой технологией автоматической идентификации. Она подходит для приложений, требующих отслеживания людей или объектов (отслеживания, контроля доступа, сортировки, хранения)

■ Принцип действия основан на предоставлении каждому объекту возможности хранения данных, доступных удаленно для чтения/записи.

■ Данные хранятся в памяти, которая доступна через простой радиочастотный доступ, при этом не требуется никаких кабелей или наличия прямой видимости. Расстояние от нескольких сантиметров до нескольких метров. Эта технология представляет собой вид памяти в электронных метках, также известный как транспондер (транс (пересылка) + пондер (ответчик)), внутри которого находится электронная схема и антенна.

7.2. Принцип работы

Система RFID состоит из следующих частей (см. **Рис. 28** и **29**):

- Электронные метки.
- Станции чтения / записи (или RFID считыватель).

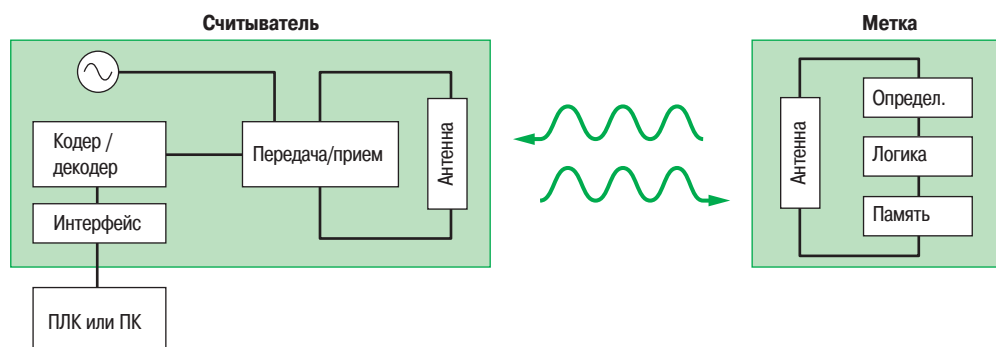


Рис. 28: Конфигурация системы RFID

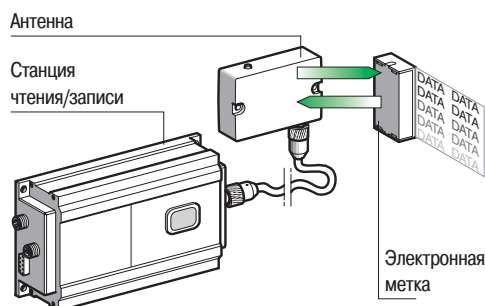


Рис. 29: Элементы системы RFID (Inductel компании Schneider Electric)

Считыватель

Считыватель модулирует амплитуду поля, излучаемого антенной для передачи команд чтения и записи в блок обработки логики меток. Одновременно электромагнитное поле, создаваемое антенной, подает питание на электронные схемы в метке.

Метка

Метки передают свои данные через антенну в считыватель. Эта передача обнаруживается считывателем и его электронные схемы преобразуют данные в цифровой сигнал (см. **Рис. 30** на следующей странице).

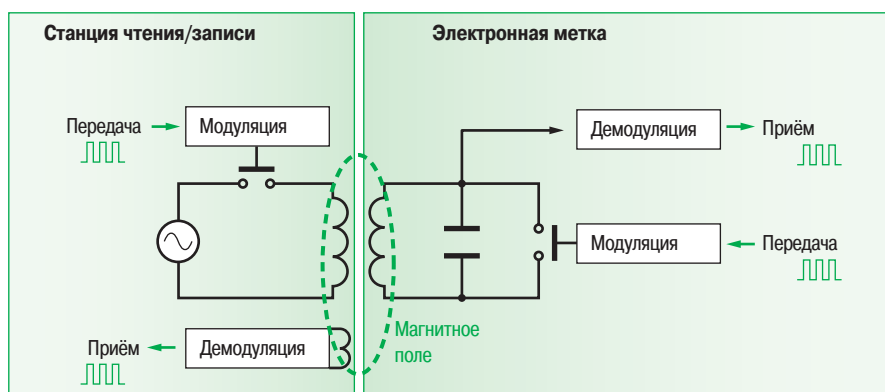


Рис. 30: Принцип работы RFID системы

7.3. Описание компонентов

Электронные метки

Электронные метки состоят из трех элементов, встроенных в корпус.

■ Антенна (см. Рис. 31)

Должна быть отрегулирована на частоту передатчика. Могут быть использованы:

- Катушка медного провода, с / без ферритового сердечника (направленность линий поля) или выполненная на гибкой или жесткой печатной плате для частот ниже 20 МГц.
- Диполи в виде печатной платы, для работы на очень высоких частотах (> 800 МГц).

■ Внутренние схемы для обработки (см. Рис. 31)

Они действуют, как интерфейс между командами, поступающими через антенну, и памятью. Уровень сложности этих схем зависит от сложности приложения, от простого формирователя до сложных схем с использованием микроконтроллера (например, платежных карт, использующих алгоритмы шифрования).

■ Память

Различные типы памяти для хранения данных в электронных метках (см. Рис. 32).

- Объем памяти может варьироваться от нескольких байт до десятков килобайт.

Примечание: активные метки имеют встроенную батарею, питающую электронные компоненты. Такая конфигурация

повышает рабочее расстояние между меткой и антенной, но требует регулярной замены батареи.

■ Корпуса

Тип корпуса зависит от особенностей каждого приложения. Были разработаны разные варианты корпусов, например:

- идентификационная карточка типа кредитной карты для контроля доступа (см. Рис. 33а на следующей странице)

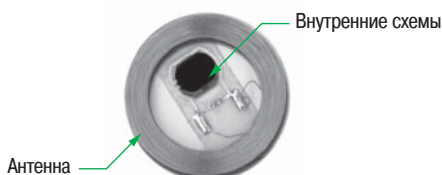


Рис. 31: Фото метки RFID системы

Тип	Преимущества	Недостатки
ROM	<ul style="list-style-type: none"> ■ Хорошая устойчивость против высоких температур ■ Низкая стоимость 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Доступ только чтение
EEPROM	<ul style="list-style-type: none"> ■ Нет батареи или резервной батареи 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Довольно большое время доступа чтения/записи ■ Количество операций записи ограничено до 10⁵ циклов на байт
RAM	<ul style="list-style-type: none"> ■ Быстрый доступ к данным ■ Большой объем памяти ■ Неограниченное количество операций чтения/записи 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Необходима встроенная батарея для сохранения данных
FeRAM (ферро-электроника)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Быстрый доступ к данным ■ Нет батареи или резервной батареи ■ Большой объем памяти 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Количество операций чтения/записи ограничено до 10¹²

Рис. 32: Сравнение различных типов памяти, применяемых для хранения данных в метках

- с липкой поверхностью для идентификации книг в библиотеках (см. **Рис. 33b**)
- стеклянные трубки, для идентификации животных (ввод под кожу) (см. **Рис. 33c**)
- пластиковые «пуговицы» для идентификации одежды и белья в стирке (см. **Рис. 33d** и **33e**)
- этикетка для отслеживания почты (см. **Рис. 33g**)

Есть много других форматов: брелок для ключей, пластиковый «гвоздь» для деревянных поддонов, ударопрочные и химически устойчивые корпуса (см. **Рис. 33h**) для промышленного применения (обработка поверхности, печи и т.д.).

Станции

Станция (см. **Рис. 34a**) выступает в качестве интерфейса между системой управления (ПЛК, компьютера и т.д.) и электронной меткой с помощью коммуникационного интерфейса (RS232, RS485, Ethernet и т.д.).

Она может также включать в себя ряд дополнительных функций, соответствующих конкретным приложениям:

- дискретные входы/выходы;
- обработку для автономной работы;
- управление несколькими антеннами;
- обнаружение со встроенной антенной для компактных систем (см. **Рис. 34b**).

Антенны

Антенны отличаются по своим размерам (что определяется формой зоны, в которых они могут использоваться), а так же применяемой частотой передачи. Использование ферритовых сердечников позволяет увеличить электромагнитное поля (см. **Рис. 35**) и уменьшить влияние металлических поверхностей, которые могут быть рядом с антенной.

Частоты антенн охватывают несколько диапазонов частот, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки (см. **Рис. 36** на следующей странице).

Мощности и частоты различаются в зависимости от области применения и страны. Были определены три основные зоны: Северная Америка, Европа и другие регионы. Каждая зона имеет частоту в разрешенном диапазоне излучения (стандарт CISPR 300 330) каждая станция RFID / антенна должна соответствовать зоне применения.

Коды и протоколы

Международные стандарты определили протоколы обмена между станциями и метками (ISO 15693 - ISO 14443 A / B). Более специализированные стандарты находятся в стадии разработки, например, стандарты, предназначенные для массового распространения продуктов (EPC - Electronic Product Code) или для идентификации животных (ISO 11784).

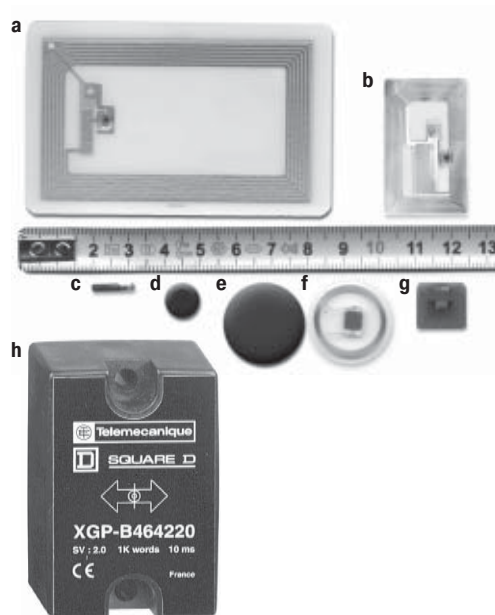


Рис. 33: Примеры RFID меток разных применений

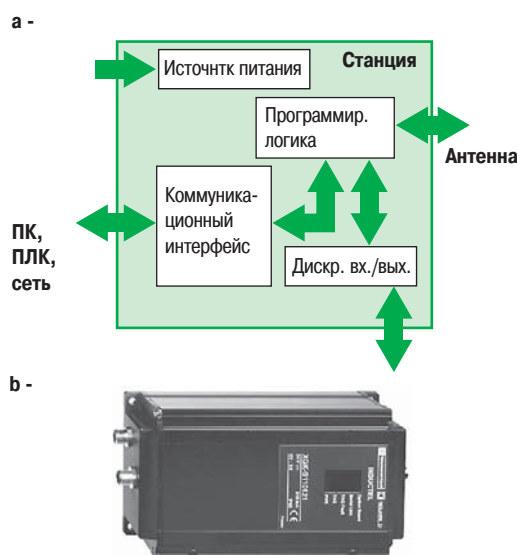


Рис. 34: Структура и фотография блока RFID (Станция Inductel производства Schneider Electric)

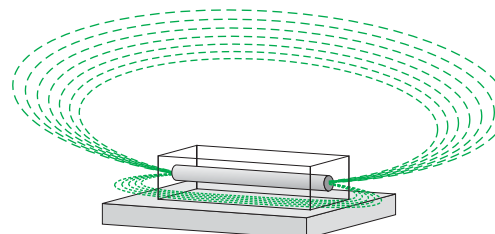


Рис. 35: Влияние ферритового сердечника на электромагнитное поле антенны.

Частота	Преимущество	Недостатки	Применение
125-134 кГц (LF)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Нечувствительность к окружающей среде (металл, вода) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Малый объем памяти ■ Большое время доступа 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Идентификация животных
13.56 МГц (HF)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Стандартный коммуникационный протокол антенна/метка (ISO 15693 – ISO 14443 A/B) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Чувствительность к металлическому окружению 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Идентификация книг в библиотеке ■ Контроль доступа ■ Платежные системы
850 - 950 МГц (УКВ)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Низкая стоимость ■ Большая дистанция (несколько метров) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Частотный диапазон не стандартизован в разных странах ■ Внесение помех в считывание из-за препятствий (металл, вода) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Управление проектами в дистрибуции
2.45 ГГц (микроволны)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Очень высокая скорость передачи между антенной и меткой ■ Большая дистанция (несколько метров) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Трудно управлять в общественных местах "Отели" ■ Стоимость считывателя 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Контроль автомобилей (платные дороги)

Рис. 36: Описание частот применяемых в системах RFID

7.4. Преимущества RFID

В отличие от системы считывания штрих-кодов (этикетки или метки) системы RFID идентификации обладают следующими преимуществами:

- возможность изменения данных в метке;
- считывание / запись через большинство неметаллических материалов;
- нечувствительность к пыли, грязи и т.д.;
- возможность записи нескольких тысяч символов в одну метку;
- конфиденциальность данных (блокировка доступа к данным, содержащимся в метке).

Эти преимущества способствуют все более широкому использованию этой технологии в сфере услуг (например, контроль доступа к лыжной трассе) и в розничной торговле.

Кроме того, постоянное снижение стоимости RFID меток должно привести к замене традиционных штрих-кодов на RFID метки на контейнерах (ящики, посылки, багаж) в таких областях, как логистика и транспорт, и далее в промышленном производстве.

Кроме того, следует отметить, что привлекательной остается идея автоматической идентификации содержимого тележки в супермаркете без извлечения содержимого тележки для контроля, которая пока не реализована в силу ряда физических и технических проблем.

8. Техническое зрение

8.1. Принципы работы

Системы технического зрения являются «глазами» машины, давая зрение системе автоматизации.

На фотографии, сделанной с помощью камеры технического зрения, физические характеристики объекта оцифрованы (см. **Рис. 37**). Получаем информацию:

- о размерах;
- о положении;
- о внешнем виде (чистота обработки поверхности, цвет, блеск, наличие дефектов);
- о маркировке (логотипы, символы и т.д.);

Пользователь может автоматизировать сложные функции:

- измерение;
- управление;
- идентификацию.

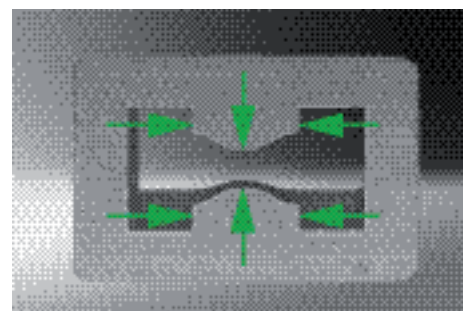


Рис. 37: Инспекция механической детали. Стрелками показаны проверяемые области

8.2. Ключевые особенности технического зрения

Техническое зрение включает в себя оптические системы (освещение, камеры и объективы), а также процессор и систему управления камерой.

■ Освещение

Очень важно иметь соответствующее освещение, специально разработанные для обеспечения адекватной и стабильной подсветки объекта, подлежащего инспекции.

■ Камера и объектив

Выбор объектива и камеры определяет качество записанного изображения (контрастность, резкость) при определенном расстоянии между камерой и объектом и конкретной цели исследования (размеры, качество обработки поверхности и т.д.).

■ Процессор

Изображение с камеры передается процессору, который обеспечивает анализ изображения и проводит необходимые проверки.

Полученные результаты затем посылаются в систему автоматизации или производится включение исполнительного механизма.

Системы освещения

■ Технологии освещения:

□ Люминесцентные лампы освещения

Эти лампы белого света имеют длительный срок службы (5000 часов) и большую площадь освещения, которая зависит от мощности использованного освещения.

□ Галогеновые лампы

Эти лампы белого света имеют короткий срок службы (500 часов), но имеют очень высокую мощности освещения, позволяющую осветить большие области.

□ Светодиодное освещение LED

В настоящее время это наиболее предпочтительная система освещения: она обеспечивает равномерное

освещение с очень долгим сроком службы (30000 часов). Могут быть выполнены в цвете, но область освещения примерно 50 см.

■ Эти осветительные технологии могут быть применены по-разному. Можно выделить 5 основных систем, используемых для подсветки (см. **Рис. 38** на следующей странице):

- кольцевое освещение;
- подсветка сзади;
- прямое фронтальное освещение;
- темное поле;
- коаксиальное освещение.

Камеры и линзы

■ Технологии камер

□ CCD (charged coupled device) камеры.

Эти камеры в настоящее время наиболее часто применяют в силу их высокого разрешения.

Для непрерывных процессов обычно используются линейные камеры (линейные CCD). Во всех других случаях используются матричные камеры (матрица CCD).

Промышленные камеры используют датчики различных размеров (см. **Рис. 39** на следующей странице) параметры в дюймах: 1/3, 1/2 и 2/3 (1/3 и 1/2: camcorder, 2/3 или более промышленные: высокого разрешения, телевизионная и т.д.). Существуют специальные линзы для каждой камеры, позволяющие использовать все пиксели.

□ CMOS камера: постепенно вытесняется камерами CCD. Они недорогие ⇒ часто применяются.

□ Vidicon камера (трубка): уже устаревшие.

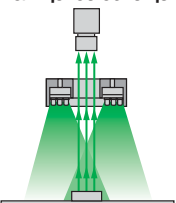
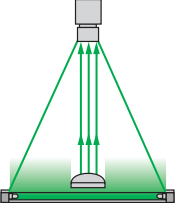
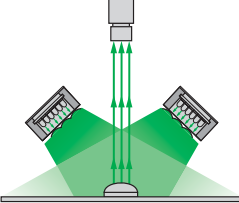
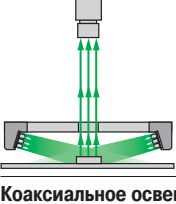
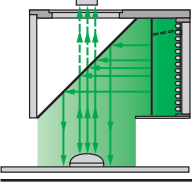
Системы	Характеристики	Приложения
Кольцевое освещение 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Набор светодиодов LED, расположенных кольцом ■ Очень мощная система освещения: объект освещен сверху 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Точность работы, например, применяется для маркировки
Подсветка сзади 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Источник освещения расположен за объектом и направлен в камеру ■ Выделяет контуры объекта (теневое изображение) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Измерение размеров объекта или анализ непрозрачных элементов
Прямое фронтальное освещение 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Используется для выделения небольшого участка расположенного на объекте и образует глубокую тень 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Поиск конкретных дефектов, осмотр внутренней резьбы и т.д.
Темное поле 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Используется для: <ul style="list-style-type: none"> □ определения краев объекта □ проверки маркировки □ обнаружения дефектов стеклянных или металлических поверхностей 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверка печатных знаков, поверхностей, обнаружение царапин и т.д.
Коаксиальное освещение 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Используется для выделения гладких поверхностей, перпендикулярных к оптической оси, направляя свет в полутражающее зеркало 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверка, измерение и анализ плоских поверхностей металла или других отражающих поверхностей

Рис. 38: Таблица различных систем освещения для систем технического зрения

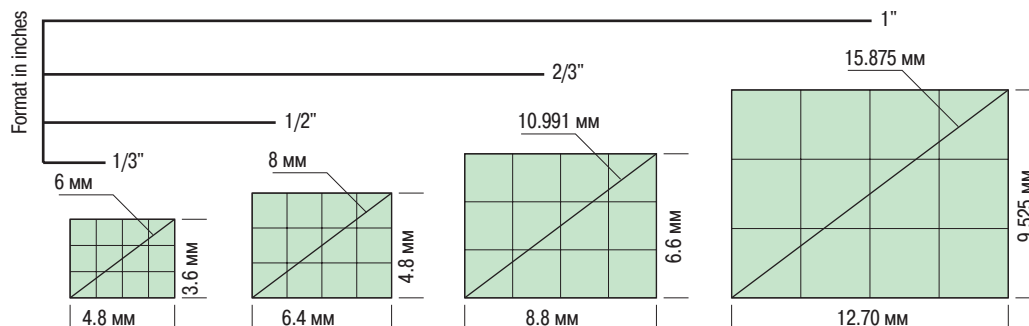


Рис. 39: Форматы датчиков, используемых в промышленности

■ Развертка

Камеры бывают либо с чересстрочной разверткой, либо с прогрессивной разверткой.

В приложениях, где вибрация или изменение картинки «на лету» является обычным явлением, рекомендуется использование прогрессивной развертки или режима полного кадра.

Камеры типа CCD позволяют вывод всех пикселей в один и тот же момент.

□ Чересстрочная развертка

Эта система возникла из видеотехники. Она связана с анализом изображений путем сканирования четных и нечетных линий попеременно (см. Рис. 40).

Ее целью является использование половины полосы пропускания, за счет некоторых ошибок, которые плохо видны на маленьком экране, в частности, мерцания.

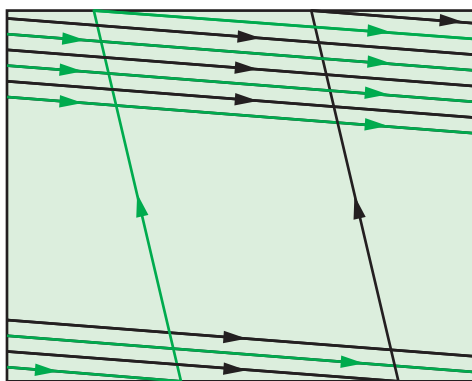


Рис. 40: Чересстрочная развертка: первый кадр показан черными полосами для нечетных строк, второй, показан зеленым для четных строк

□ Прогрессивная развертка

Этот тип анализа изображения используется в области информационных технологий. Он работает по принципу сканирования всех линий изображения одновременно (см. Рис. 41). Его преимущества в том, что подавляется мерцание и обеспечивается стабильное изображение (см. Рис. 42).

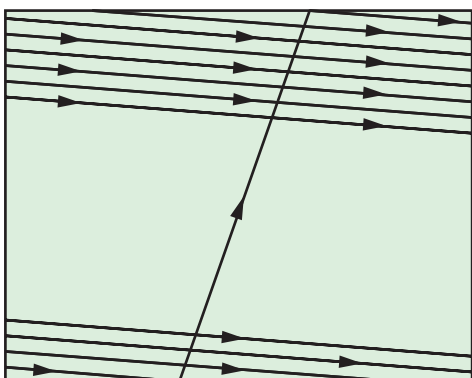


Рис. 41: Прогрессивное сканирование: все линии изображения сканируются одновременно

■ Линзы

□ чаще всего используются «С» и «СS» под крепление винтом с диаметром 25,4 мм. Фокусное расстояние (f мм) рассчитывается из высоты объекта (H в мм), дистанции между объектом и линзой (см. Рис. 43) (D в мм) и высоты изображения (h в мм):

$$f = D \frac{h}{H}$$

$$C_{\text{угол зрения}} = 2 \arctg \left(\frac{h}{2f} \right)$$



Чересстрочная развертка



Прогрессивная развертка

Рис. 42: Различие двух режимов сканирования

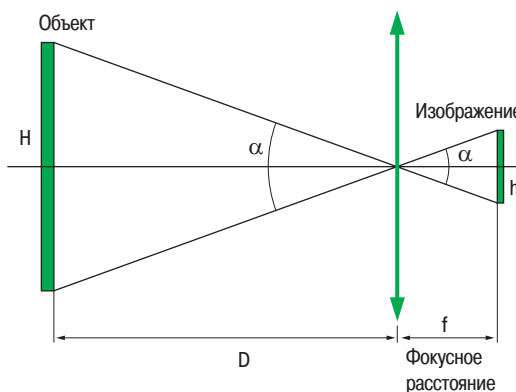


Рис. 43: Фокусное расстояние

Таким образом, чем короче фокусное расстояние, тем больше поле.

□ Тип объектива, поэтому выбирается в зависимости от расстояния D и размера видимой области H.

Устройство обработки

Его электронные системы выполняют две функции: формируют изображение, а затем анализируют улучшенное отображение.

■ Алгоритмы предварительной обработки изображения

Алгоритмы предварительной обработки изображения позволяют улучшить масштабы пикселей. Цель этих операций в улучшении изображения, чтобы иметь возможность проанализировать его более эффективно и надежно. Наиболее часто используемые операции предварительной обработки:

- бинаризация (преобразование в двоичную форму);
- проецирование;
- сжатие / расширение;
- открытие / закрытие.

■ Алгоритмы анализа изображений

Таблица 44 представляет сравнение разных алгоритмов анализа изображения.

Обратите внимание, что операции предварительной обработки изображения указаны в колонке «Предварительные условия».

Алгоритм анализа изображения	Принцип действия и рекомендуемое применение(выделено)	Предварительные условия	Преимущества	Ограничения
Линейный	Подсчет пикселей/объектов Присутствие/отсутствие , подсчет	Бинаризация и регулировка экспозиции, если требуется	Очень быстрый (< мс)	Бинаризация может повлиять на стабильность изображения
Зона двоичной шкалы (черный или белый)	Подсчет пикселей Присутствие/отсутствие , анализ поверхности, проверка интенсивности	Бинаризация регулировка и экспозиции, если требуется	Быстрый (мс)	Бинаризация может повлиять на стабильность изображения
Зона серой шкалы	Вычисление средней серой шкалы Присутствие/отсутствие, анализ поверхности, проверка интенсивности	Нет		
Определение границ объекта с помощью двоичного анализа	Поиск границ объекта на двоичном изображении, измерение, присутствие/отсутствие, позиционирование	Бинаризация и регулировка экспозиции, если требуется		Лучшая точность на уровне пикселей Бинаризация может улучшить стабильность изображения
Определение границ объекта с помощью анализа серой шкалы	Поиск границ объекта на серой шкале Измерение , присутствие/отсутствие, позиционирование	Нет Регулировка экспозиции, если требуется	Применяется для поиска границ объекта, который поврежден или имеет неровную поверхность "Сглаживание" объектов с неровными поверхностями возможно посредством предварительной обработки путем подсчета среднего количества пикселей серой шкалы	Требуется точное повторное позиционирование
Выделение очертания	Подсчет , поиск объекта, чтение измерений и геометрических параметров Позиционирование, повторное позиционирование, измерение, сортировка , идентификация	Бинаризация и регулировка экспозиции, если требуется	Многие из полученных результатов универсальны Возможно повторное позиционирование на 360°	Лучшая точность на уровне пикселей Бинаризация может улучшить стабильность изображения Низкая скорость (> 10...100 мс)
Сравнение очертания	Поиск очертаний аналогичных заданной модели, позиционирование, повторное позиционирование , измерение, сортировка, счет, идентификация	Нет	Простота применения	Распознавание ограничено до 30° Низкая скорость (> 10...100 мс) при большом образце и/или зоне поиска
OCR/OCV	Распознавание символа (OCR) или сравнение символов или логотипов (OCV)	Повышение контрастности Максимальное увеличение размера изображения Повторное позиционирование изображения	Чтение всех символов или логотипов, изучая библиотеку (алфавит)	Стабильность исследуемой маркировки может нарушаться со временем (например, штампованная деталь)

Рис. 44: Таблица алгоритмов анализа изображений, используемых в системах технического зрения

9. Оптические датчики положения

9.1. Описание оптического датчика положения

■ Конструкция

Оптические датчики положения содержат светодиоды (LED) и светочувствительные приемники (фотодиоды), расположенные с двух сторон вращающегося диска, соединенного валом с обследуемым механизмом. Поверхность диска имеет ряд непрозрачных и прозрачных зон.

Свет, излучаемый светодиодом, достигает фотодиода, когда он проходит через прозрачную зону на диске. Фотодиоды генерируют электрический сигнал, который усиливается и преобразуется в сигнал прямоугольной формы перед отправкой в систему обработки. Когда диск вращается, то выходной сигнал формируется из последовательности прямоугольных импульсов. **Рис. 45** иллюстрирует типичный пример работы датчика.

■ Принцип работы

□ При движении исследуемого объекта вращается вал градуированного диска, генерируя одинаковые импульсы на выходе оптического датчика.

Разрешение, то есть количество импульсов на один оборот, зависит от количества делений на диске или кратно этому числу. Чем больше это значение, тем больше число измерений за один оборот и более точно определяется перемещение и скорость движущейся части машины, соединенной с датчиком.

Типичные применения: резка по размеру.

Разрешение выражается, как:

Расстояние, пройденное за оборот
Количество импульсов

Например, для резательной машины, если мерный ролик имеет длину окружности 200 мм для получения точности 1 мм, датчик должен иметь разрешение 200 точек.

Для точности 0,5 мм датчик должен иметь разрешение 400 точек.



Рис. 45: Пример оптического датчика положения (Schneider Electric)

■ Техническая реализация (см. **Рис. 46**)

Излучающая / принимающая часть датчика состоит из источника света с утроенным количеством элементов светодиодов / фотодиодов (для резервирования), срок службы от 10 до 12 лет.

ASIC (Application Specific Integrated Circuit - электронная схема, зависящая от приложения) подключена к синусоидальному сигналу оптического датчика, после усиления выдает прямоугольный сигнал.

Диск изготовлен:

□ из небьющегося материала POLYFASS (майлара / слюда) с разрешением до:

- 2048 точек; диаметр 40 мм;
- 5000 точек; диаметр 58 мм;
- 10,000 точек; диаметр 90 мм;

□ из стекла (GLASS) для более высоких разрешений и скоростей считывания до 300 кгц.

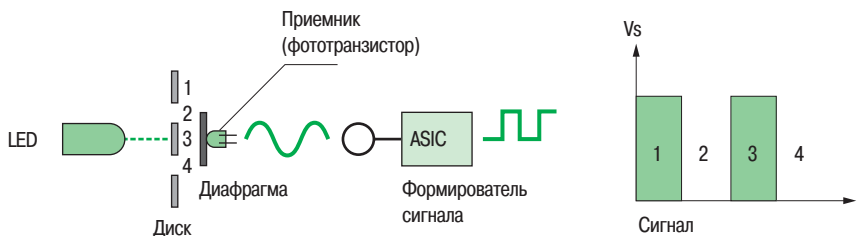


Рис. 46: Принцип работы датчика положения

9.2. Типы оптических датчиков положения

Эти изделия применяются во всех отраслях промышленности. Можно выделить два основных семейства продуктов:

- Инкрементальные датчики углового положения разработаны для позиционирования движущихся деталей и мониторинга их движения путем приращения или уменьшения числа импульсов, которые они вырабатывают.

- Датчик абсолютной позиции, который показывает точное положение за один оборот или несколько оборотов.

Эти два семейства включают:

- Многооборотные датчики абсолютной позиции.
- Таходатчики (счетчики оборотов), которые вырабатывают данные по скорости.
- Тахометры, вырабатывающие информацию о скорости.

Все эти устройства основаны на одинаковых принципах. Они различаются по скорости вращения диска, по кодированию и обработке оптического сигнала.

Инкрементальные датчики углового положения (см. Рис. 47)

- Диск датчика имеет два типа дорожек:

- внешняя дорожка (каналы A и B) разделена на N интервалов с равными углами, в которых чередуются непрозрачные и прозрачные сегменты, N является разрешением или количеством периодов. Два смещенных относительно друг друга и расположенных за этими дорожками фотодиода вырабатывают сигналы прямоугольной формы A и B, каждый раз, когда луч света проходит прозрачную зону. Сдвиг фазы сигналов A и B на 90 градусов ($1/4$ периода) определяет направление вращения (см. Рис. 48): в одном направлении, сигнал B = 1 при изменении A, а в другом направлении, наоборот, B = 0 при изменении A.

- внутренняя дорожка Z имеет одно прозрачное окно. Сигнал Z известен, как «нулевая метка», он синхронизирован с A и B с периодом 90 электрических градусов. Он определяет начальную позицию и используется для реинициализации после каждого оборота.

- Используя каналы A и B, инкрементные датчики углового положения позволяют получить три уровня точности:

- использование только переднего фронта канала A: единичная операция, соответствующая разрешению датчика;
- использование только переднего и заднего фронта канала A: эксплуатационная точность увеличивается в два раза;
- использование переднего и заднего фронта канала A и B: эксплуатационная точность увеличивается в четыре раза (см. Рис. 49 следующей странице).

- Устранение помех: любую систему счета может нарушить помеха на линии, которая тоже учитывается наряду с импульсами, вырабатываемыми датчиком положения.

Чтобы это избежать, в дополнение к сигналам A, B и Z большинство датчиков генерируют инверсные сигналы A, B и Z. Если система обработки обеспечивает обработку дополнительных сигналов (например, числовое программное управление NUM), эти сигналы могут быть использованы для отделения импульсов датчика положения от импульсов помех (см. Рис. 50 следующая страница), чтобы избежать их подсчета и восстановить сигнал датчика положения (см. Рис. 51 на следующей странице).

Датчики абсолютной позиции

- Принцип работы

Датчики абсолютной позиции предназначены для приложений, где требуется информация о позиции и контроль перемещения движущихся частей механизма.

Эти вращающиеся шифраторы работают аналогично инкрементальным датчикам, но у этих датчиков имеется несколько дорожек, разделенных на равные непрозрачные и прозрачные сегменты (см. Рис. 52 на следующей странице). Датчики абсолютной позиции постоянно вырабатывают код, который отображает фактическое положение обследуемой подвижной части механизма.

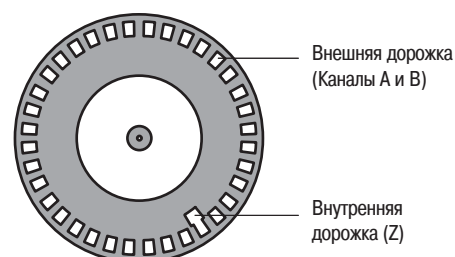


Рис. 47: Вид кодировочного диска инкрементального датчика углового положения

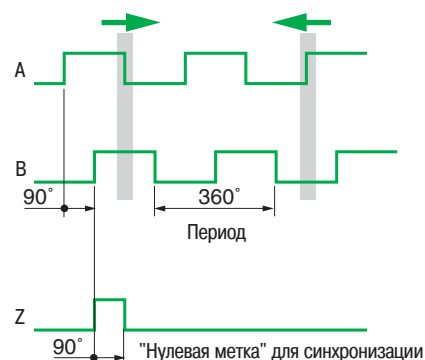
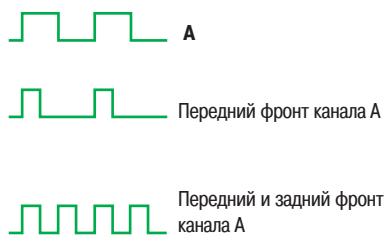


Рис. 48: Принцип определения направления вращения и сигнал синхронизации Z

Без сигнала В



Есть сигнал В

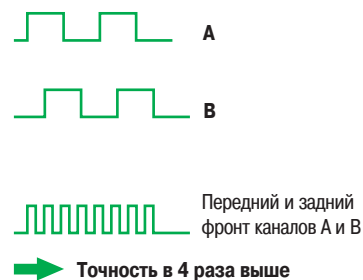
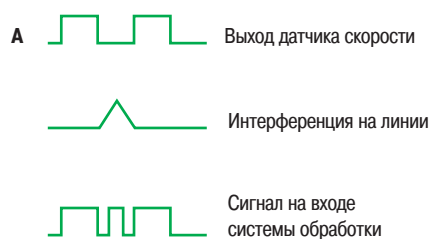


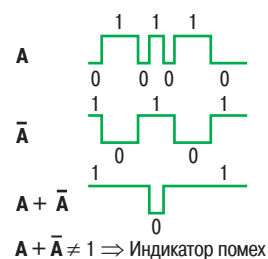
Рис. 49: Принцип повышения точности в 4 раза

Нет сигнала дополнения



Работа с ошибками на канале А

Есть сигнал дополнения



Нет влияния помех

Рис. 50: Сигналы дополнения используются для дифференциации импульсов и предотвращения ошибок

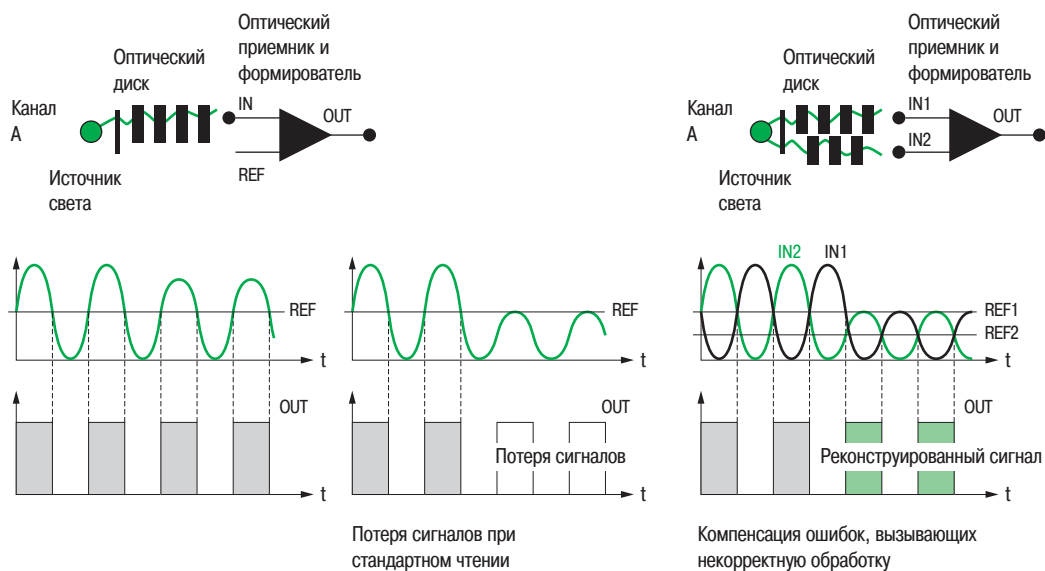


Рис. 51: Принцип реконструирования начального сигнала

Первая дорожка внутри наполовину непрозрачна и прозрачна. Чтение этой дорожки позволяет определить положение объекта с точностью до половины оборота (MSB: Most Significant Bit).

Следующие дорожки, от центра до края диска, делятся на четыре перемененно непрозрачных и прозрачных четверти.

Чтение второй дорожки в сочетании с первой позволяет определить, в которой четверти оборота ($1/4$ или $(1/2)^2$) находится объект. Следующие дорожки позволяют последовательно определить, восьмую часть ($1/8$ или $(1/2)^3$) и шестнадцатую части ($1/16$) оборота.

Внешняя дорожка кодирует значение младшего значимого бита (LSB: Least Significant Bit).

Количество параллельных выходов соответствует количеству дорожек на диске. Отображение движения требует наличия в конструкции столько пар диод / фототранзистор, сколько дорожек имеет диск. Сочетание всех сигналов в данный момент дает положение подвижной части.

Датчик абсолютной позиции выдает цифровой код, отображающий физическое положение диска, где один код соответствует одной позиции. Код, вырабатываемый датчиком абсолютной позиции, может быть обычным двоичным кодом (чистый бинарный) или двоичным циклическим кодом, известным также как код Грея (см. Рис. 53).

■ Преимущества датчиков абсолютной позиции

Можно выделить два основных преимущества датчиков абсолютной позиции по сравнению инкрементальными датчиками положения:

□ Они не чувствительны к сбоям источника питания, поскольку при подаче питания или при восстановлении питания после сбоя датчик абсолютной позиции вырабатывает информацию о фактической позиции подвижной части механизма, которая может быть немедленно использована в системах обработки данных.

□ Они нечувствительны к помехам на линии связи.

Помехи могут изменить код, вырабатываемый абсолютным датчиком, но этот код автоматически исправляется при исчезновении помехи. В случае применения инкрементального датчика положения скорректировать ошибочные данные можно только при использовании инверсных сигналов.

■ Использование сигналов

Для каждого углового положения вала, диск выдает код, который может быть либо бинарный, либо код Грея:

□ Чистый двоичный код

Позволяет проводить все 4 арифметические операции на полученном числе. Поэтому он может быть использован непосредственно при обработке системой в ПЛК для выполнения вычислений.

Тем не менее, он имеет недостаток: имеются несколько битов, которые изменяют состояние между двумя соседними позициями, это может привести к возможной двусмысленности при считывании.

Чтобы устранить эту неопределенность датчик абсолютной позиции генерирует сигнал запрета, который блокирует выходы после каждого изменения состояния.

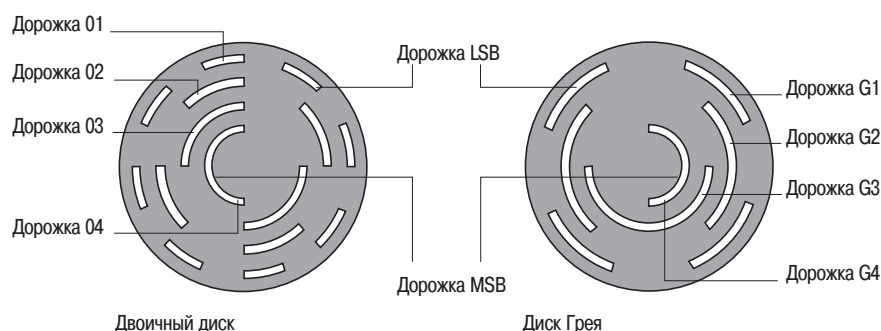


Рис. 52: Структура диска датчика абсолютной позиции

Чтение данных с диска

Величина	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2^0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
2^2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
2^4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
2^8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2^{16}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Сигнал с датчика

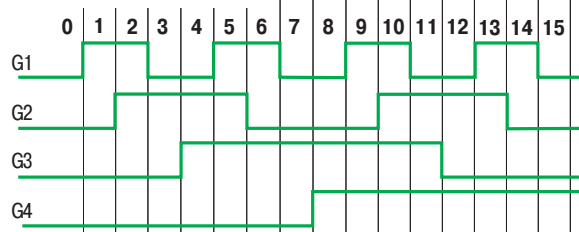


Рис. 53: Сигнал датчика абсолютной позиции в коде Грея

□ Код Грея, в котором только один бит, изменяет свое состояние, так же позволяет избавиться от этой двусмысленности.

Однако для того, чтобы использоваться в ПЛК, этот код нужно сначала преобразовать в двоичный (см. Рис. 54).

■ Использование датчика абсолютной позиции

В большинстве применений, стремление к большей производительности требует быстрых движений на

большой скорости, а затем замедление с остановкой в позиции.

Для достижения этой цели со стандартными картами входов/выходов необходимо отслеживать только MSB на высоких скоростях, что позволяет начать замедление примерно за пол-оборота до остановки (см. Рис. 55).

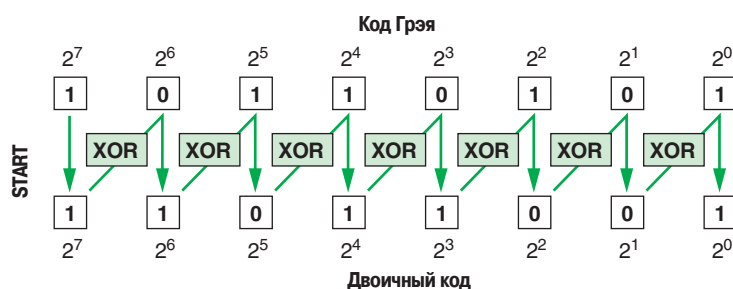


Рис. 54: Принцип конвертирования кода Грея в двоичный код

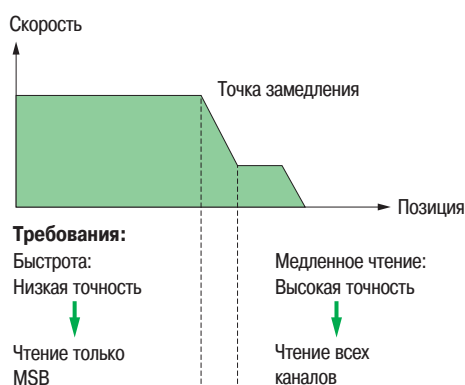


Рис. 55: Контроль позиции по одной оси

Разновидности датчиков положения

В настоящее время разработаны и используются для различных применений следующие типы датчиков положения:

- многооборотный датчик абсолютной позиции;
- счетчик оборотов и тахометр;
- датчик положения со сплошным валом;
- датчик положения с пустотелым валом;
- датчик положения со сквозным валом.

9.3. Использование датчика положения с устройством обработки

Входные цепи устройства обработки должны быть совместимы данными, формируемыми датчиком положения (см. Рис. 56).

Устройство обработки		Датчики положения			Абсолютный параллельное подключение
		Частот сигнала (кГц)			
		≤ 0.2	≤ 40	> 40	
ПЛК	Дискретные входы	■			■
	Быстрый счет Карты оси	■	■		
Цифровые контроллеры		■	■	■	
Микропроцессоры	Параллельные входы				■
Специальные карты		■	■	■	■

Рис. 56: Основные типы устройств обработки, используемых в промышленности и используемые датчики положения

10. Датчики давления и вакуумные выключатели

10.1. Что такое давление?

Давление – это результат силы, приложенной к поверхности. Если P – давление, F – сила, а S – площадь поверхности, получим:
$$P = \frac{F}{S}$$

Земля окружена слоем воздуха, обладающего определенной массой и оказывающего конкретное давление. Это давление известно как «атмосферное давление», которое на уровне моря составляет 1 бар.

Атмосферное давление выражается в гПа (гектопаскаль) или мбар. 1 гПа = 1 мбар.

Международная единица измерения давления Паскаль (Па): 1 Па = 1 Н/м²

Более распространенной единицей является бар: 1 бар = 10⁵ Па = 10⁵ Н/м² = 10 Н/см²

Реле давления, вакуумные выключатели и датчики давления, используются для мониторинга, контроля или измерения давления и вакуума в гидравлических и пневматических системах.

Реле давления и вакуумные выключатели преобразуют изменение давления в дискретный электрический сигнал, когда достигается заданное значение давления. Принцип

их работы основан на электромеханических и электронных технологиях (см. **Рис. 57**).

Датчики давления (также известные, как аналоговые датчики), преобразуют давление в пропорциональный давлению электрический сигнал. В них применяются электронные технологии.

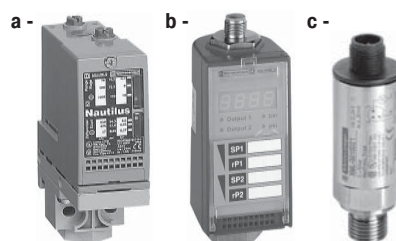


Рис. 57: Пример датчиков давления Schneider Electric: [a] электромеханическое реле давления, [b] электронное реле давления, [c] датчик давления

10.2 Датчики контроля давления

Принципы работы

Эти электромеханические устройства используют движение диафрагмы, поршня или сильфона для механического приведения в движение электрических контактов (см. **Рис. 58**).

Электронные датчики давления Schneider Electric содержат керамический пьезоэлектрический элемент

(см. **Рис. 59**). Деформация, вызванная давлением, передается на резисторы моста Уитстона, нанесенные на керамическую мембрану. Затем изменение сопротивления обрабатывается встроенной электроникой и вырабатывается дискретный сигнал, пропорциональный измеряемому давлению (например, 4-20 мА, 0-10 В и т.д.).

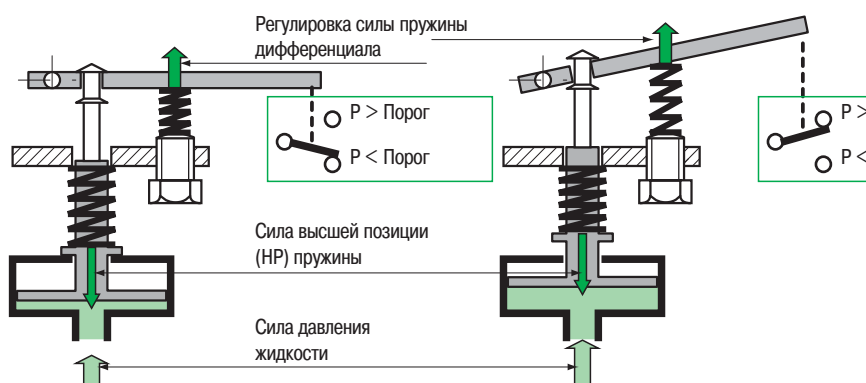


Рис. 58: Принцип электромеханического датчика давления Schneider Electric

Контроль давления и измерение давления основаны на разнице между давлениями, действующими на обе стороны элемента, который подвергается давлению. В зависимости от вида давления, используется следующая терминология:

Абсолютное давление: Измерение относительно опорного значения, как правило, вакуума.

Относительное давление: Измерение по отношению к атмосферному давлению.

Дифференциальное давление: Измерение разности между двумя значениями давлений.

Обратите внимание, что выходные контакты могут быть:

- силовые, 2-полюсные или 3-полюсные контакты, предназначенные для непосредственного управления однофазными или трехфазными двигателями (насосы, компрессоры и т.д.);

- стандартные контакты для управления катушками контакторов, реле, входами ПЛК, электромагнитными клапанами и т.д.

Терминология (см. Рис. 60)

- Основная терминология

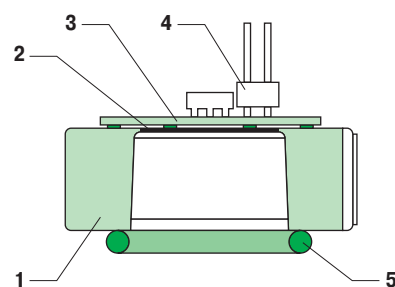
□ Рабочий диапазон

Это интервал между минимальным настраиваемым значением нижней точки (LP) и максимальным настраиваемым значением верхней точки (HP) для реле давления и вакуумных выключателей. Это соответствует диапазону измерения для датчиков давления (аналоговых датчиков). Отметим, что значения давления указываются на устройствах по отношению к атмосферному давлению.

Примечание: В документах Schneider Electric используется следующая маркировка: PB (Point Bas по-французски) для LP (низкого уровня) и PH (Point Haut по-французски) для HP (высокого уровня).

□ Диапазон регулирования

Это интервал между максимальным и минимальным значением при регулировании.



- (1) Керамический корпус
- (2) Измерительная диафрагма
- (3) Электронные усилители
- (4) Электрические соединители
- (5) Сальник

Рис. 59: Продольный разрез датчика давления Schneider Electric

□ Типоразмер

Максимальное значение рабочего диапазона для реле давления.

Минимальное значение рабочего диапазона для вакуумных выключателей.

□ Максимальная уставка (HP)

Это максимальное значение давления, которое можно установить на реле давления или вакуумном выключателе, при котором выход изменяет состояние при росте давления.

□ Минимальная уставка (LP)

Это минимальное значение давления, которое можно установить на реле давления или вакуумном выключателе, при котором выход изменяет состояние, когда давление падает.

□ Перепад

Это разница между максимальной уставкой (HP) и минимальной уставкой (LP).

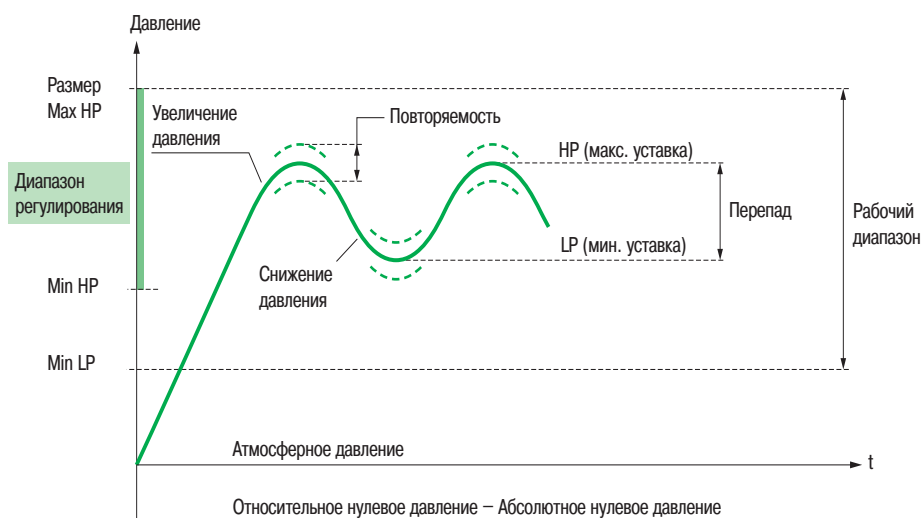


Рис. 60: Графическое представление широко используемых терминов

□ **Устройства с фиксированным перепадом**

Нижняя точка (LP) определяется верхней точкой (HP) и величиной перепада.

□ **Устройства с регулируемым перепадом**

Нижняя точка (LP) может быть установлена регулировкой величины перепада.

■ Терминология, характерная для электромеханических устройств (см. Рис. 61)

□ **Точность отображения уставки**

Это допуск между отображаемым значением уставки и фактическим её значением, при котором контакт будет активирован. Для точной уставки (первая установка изделия) используйте калибровочное устройство (например, манометр).

□ **Повторяемость (R)**

Это изменение в рабочей точке между двумя последовательными операциями.

□ **Дрейф (F)**

Это изменение положения рабочей точки в течение срока службы устройства.

■ Терминология для электронных устройств

□ **Диапазон измерений (MR)** для датчика давления соответствует интервалу между значениями давления, измеряемых датчиком. Он включает в себя значения давления от 0 бар до номинального давления датчика.

□ **Точность** включает в себя нелинейность, гистерезис, повторяемость и допуски при регулировке.

Выражается в процентах от диапазона измерения давления датчика (% MR).

□ **Линейность** – это наибольшая разница между фактической кривой датчика и номинальной кривой (см. Рис. 62).

□ **Гистерезис** – это наибольшая разница между кривой нарастания давления и кривой понижения давления (см. Рис. 62).

□ **Повторяемость** является максимальным разбросом значений, полученная путем изменения давления при определенных условиях (см. Рис. 62).

□ **Допуски регулировки** – это допуски начальной точки и регулировки чувствительности. Задаются заводом-изготовителем (наклон кривой сигнала выхода датчика).

□ **Температурный дрейф (см. Рис. 63)**

Точность датчика давления всегда чувствительна к температуре эксплуатации. Дрейф пропорционален температуре и выражается в % MR/K, в частности, в отношении точки нуля и чувствительности.

□ **Максимально допустимое давление в цикле (Ps)**

Это давление, которое датчик может выдержать без повреждений в ходе каждого цикла в течение срока эксплуатации. Оно, по крайней мере, в 1:25 раз выше номинального давления устройства.

□ **Максимально допустимое случайное давление**

Это максимальное случайное давление, кроме скачков давления, которое датчик давления может выдержать без повреждений.

□ **Критическое давление**

Это давление, при превышении которого у датчика давления может развиваться утечка и произойти разрушение.

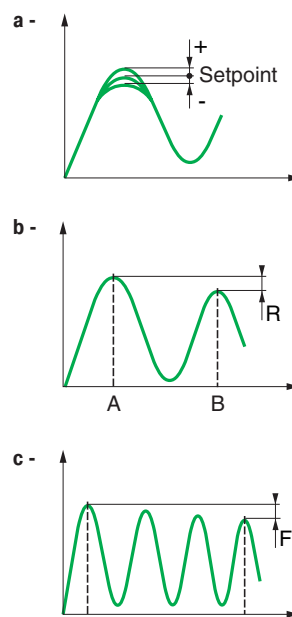


Рис. 61: Графическое представление различных состояний для электромеханических устройств, [a] точность задания, [b] повторяемость между двумя операциями A и B, [c] дрейфа или изменения рабочей точки в течение всего срока службы.

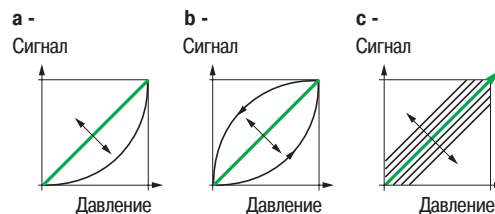


Рис. 62: Графическое представление: [a] нелинейность, [b] гистерезис, [c] повторяемость

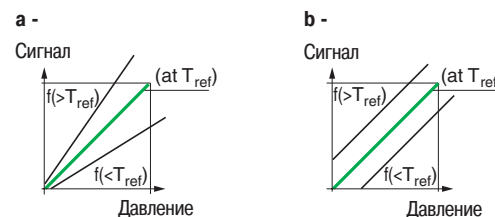


Рис. 63: Графическое представление: [a] температурный дрейфа чувствительности, [b] температурный дрейф нуля.

Эти характеристики необходимо учитывать при выборе наиболее подходящего датчика для конкретного применения и в частности для гарантии, что они пригодны для использования в гидравлических системах, в которых могут наблюдаться гидравлические удары.

11. Другие характеристики датчиков

В данном документе были описаны различные технологии обнаружения.

Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки.

При выборе конкретной технологии должны быть приняты во внимание и другие критерии. Они изложены в таблицах выбора производителей и в их каталогах. Среди этих критериев, и в зависимости от типа детектора особое значение имеют следующие характеристики:

- электрические характеристики;
- условия окружающей среды;
- возможность и простота установки.

Ниже приводятся примеры критериев, которые, не относясь к основным функциям, однако они важны для эксплуатации и использования.

Электрические характеристики

- Напряжения питания переменного или постоянного тока, диапазон изменения.
- 2-х или 3-проводной способ подключения нагрузки (см. **Рис. 64**)

Оба эти метода являются общими для многих производителей, но важно обратить особое внимание на дифференциальный ток и падение напряжения на клеммах датчика: более низкие значения этих параметров будут обеспечивать лучшую совместимость со всеми типами нагрузки.

Условия окружающей среды

- Электрические
 - Устойчивость к сетевым помехам.
 - Устойчивость к радиочастотному излучению.
 - Устойчивость к скачкам тока.
 - Устойчивость к электростатическим разрядам

- Тепловые

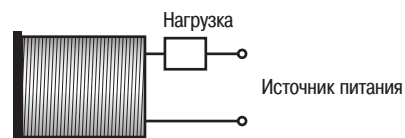
Как правило, от -25 до +70 °С, но в зависимости от производителя и типа детектора от -40 до +120 °С

- Влага / пыль

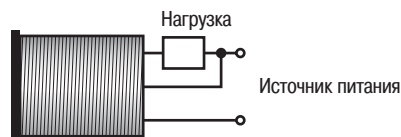
Степень защиты корпуса (сальники): например, IP 68 для датчика в системе смазочно-охлаждающей жидкости станочных инструментов.

Возможность / простота установки

- Геометрическая форма (цилиндрическая или блочного типа).
- Металлический / пластиковый корпус.
- Пригодность для скрытого монтажа в металлическом корпусе.
- Крепежные приспособления.
- Подключение с помощью кабеля или разъема.
- Функции самообучения.



2-х проводной способ: Датчик подключается последовательно с нагрузкой, поэтому он может быть в цепи дифференциального тока в открытом состоянии и испытывать значительное падение напряжения в закрытом состоянии. Выход может быть нормально открытым или нормально закрытым (НО / НЗ). Максимальный ток при коммутации питания переменного или постоянного тока на выходе может быть больше или меньше, возможно наличие или отсутствие защиты от короткого замыкания.



3-х проводной способ: Датчик имеет два питающих провода и один провод для передачи сигнала выхода (или больше в случае продукта с несколькими выходами). Выход может быть транзисторного типа PNP или NPN.

Рис. 64: Методы подключения нагрузки

12. Заключение

Перспективы развития

Технические характеристики электронных датчиков повышаются, благодаря достижениям в области электроники, улучшения электрических характеристик компонентов и уменьшения их размеров.

Из-за значительного прогресса в сфере телекоммуникаций (интернет, сотовые телефоны), рабочие частоты электронных устройств возросли с нескольких сотен МГц до нескольких ГГц. Это позволяет упростить измерение скорости распространения волны и позволяет исключить влияние местных физических явлений. Кроме того, такие технологии, как Bluetooth и WiFi открывают возможность создания беспроводных датчиков с радиосвязью на частотах порядка 2,4 ГГц.

Еще одно преимущество современной электроники заключается в цифровой обработке сигнала. Благодаря этому достигается снижение затрат на микросхемы и появляется возможность оснастить простые датчики сложными функциями (автоматическая адаптация к окружающей среде с обнаружением влаги, дыма или приближения металлических элементов, интеллектуальные датчики со встроенными возможностями самотестирования).

Благодаря техническому прогрессу, электронные датчики будут лучше соответствовать первоначальным требованиям приложений и будут легче адаптироваться

к изменениям процесса при практически неизменной цене. Эти нововведения требуют крупных инвестиций, поэтому, только самые крупные производители датчиков в настоящее время в состоянии позволить себе такие разработки.

Значение датчиков

Все разработчики и пользователи автоматизированных систем, от простых гаражных ворот до производственных линий, знают, что нормальное функционирование системы автоматизации зависит от выбора датчиков, которые обеспечивают:

- безопасность людей и имущества;
- надежность системы автоматизации в производственном процессе;
- оптимизированное управление промышленным оборудованием;
- управление эксплуатационными расходами.

Но эти датчики имеют особые требования в отношении их использования и функционирования, поэтому необходимо соблюдение требований, которые являются специфическими для их технологий, как описано в этой «Технической Коллекции». Это руководство должно дать вам более глубокое понимание операционных ограничений и понимание необходимости проведения настроек для всех описанных датчиков.

Для заметок



Для заметок



Для заметок

Schneider Electric в странах СНГ



ЧТУП "ЕвроСпецЗапчасть"
230001, ул. Лелевеля 12, каб.5
г. Гродно

Республика Беларусь

8 (0152) 39-00-07

8 (0152) 39-00-07

8 (033) 689-44-50, 8 (044) 550-82-60 (Viber, WhatsApp)

eurospetszapchast@mail.ru

anatoliy_evrospecinvest