

## ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ SICK AG

### Перечислим лишь некоторые изобретения компании SICK:

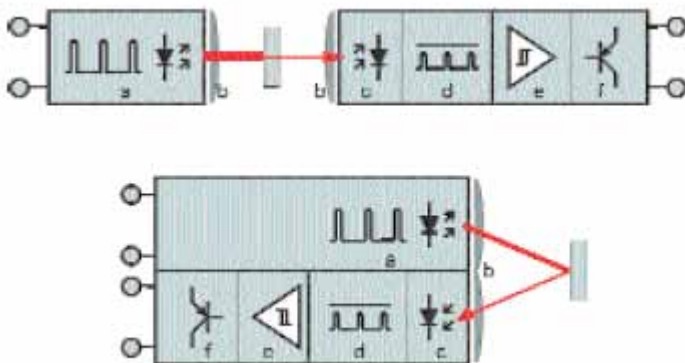
- 1950 г. – Первый промышленный фотоэлектрический датчик
- 1959 г. – Первый быстрый оптический счетчик с дисплеем для обнаружения мелких объектов
- 1978 г. – Первый фотоэлектрический датчик для определения положения рефлектора способом 4-элементного приемника
- 1978 г. – Первый фотоэлектрический датчик с «двуглазым» приемником для обнаружения объекта на светлом фоне
- 1996 г. – Первый фотоэлектрический датчик с подавлением заднего фона
- 1996 г. – Первый фотоэлектрический датчик, нечувствительный к внешним источникам света
- 1999 г. – Первый недорогой компактный фотоэлектрический датчик радарного типа
- 1999 г. – Первый фотоэлектрический датчик с тефлоновым покрытием для электронной и перерабатывающей промышленности
- 2003 г. – Новое поколение фотоэлектрических датчиков Connect 3 с 2 светодиодами, позволяющее компенсировать ложные срабатывания из-за бликов и внешних засветок

### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Фотоэлектрические датчики – это один из типов устройств, предназначенных для позиционирования объекта. Такие датчики используют модулированный световой пучок, который прерывается или отражается от целевого объекта. Конструктивно фотоэлектрический датчик состоит из нескольких основных блоков:

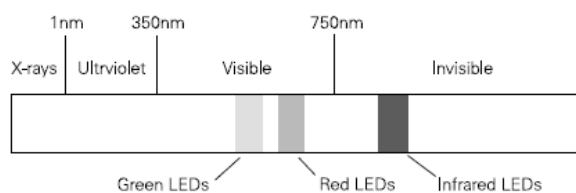
- эмиттер (источник излучения), который преобразовывает модулированный электрический сигнал в световую энергию,
- оптическая система, которая соединяет эмиттер и приемник посредством светового луча,
- приемник для детектирования излучения, который преобразовывает полученную световую энергию в электронный сигнал,
- демодулятор-усилитель, который извлекает и усиливает часть сигнала от модулированного источника излучения,
- компаратор для сравнения полученного сигнала с порогом срабатывания датчика,
- выходной каскад на транзисторе или реле для включения внешней нагрузки.

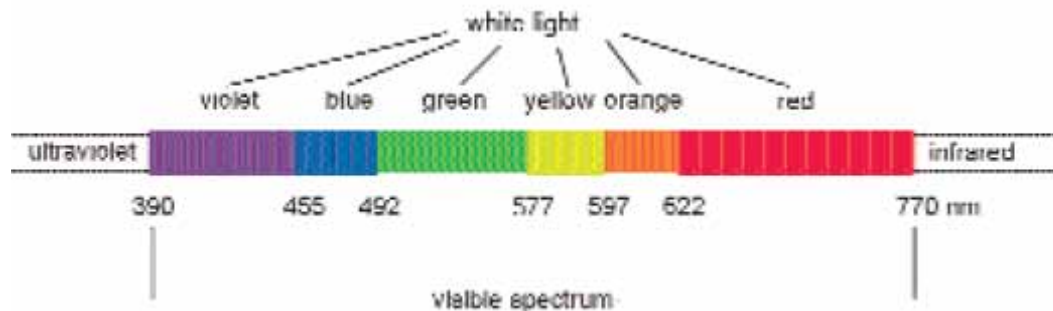
Самый простой и знакомый всем нам пример использования таких датчиков – это автоматически открывающиеся двери супермаркетов.



### Модулированное излучение

Модулированный луч увеличивает диапазон измерений и снижает влияние внешних источников освещения. Такой луч пульсирует на определенной частоте от 5 до 30 кГц. Фотоэлектрический датчик хорошо отличает модулированный луч от внешнего источника освещения. Источники света, которые применяются в конструкции датчиков, находятся в световом спектре от видимого зеленого до невидимого инфракрасного излучения. Обычно производители для этой цели используют светодиоды.





Когда луч достигает объекта, возникают такие явления, как отражение, поглощение и передача света. Их параметры и коэффициенты напрямую зависят от объекта, его материала, поверхности, толщины и цвета.

### Взаимное влияние датчиков

Расположенные близко друг от друга, два фотоэлектрических устройства могут создавать взаимные помехи. Поэтому между датчиками всегда существует минимальное расстояние. Такая проблема решается с помощью специальных защитных покрытий и точного позиционирования датчиков. Вся необходимая информация по этому вопросу приводится в спецификации.

### Избыточный коэффициент усиления

Многие промышленные условия предполагают наличие пыли, грязи, дыма, влаги и других вредных компонентов окружающей среды. Датчики, которые работают в условиях присутствия хотя бы трех вышеперечисленных факторов, требуют большего количества света для нормальной работы.

Избыточный коэффициент усиления представляет количество излучаемого света, выработанного сверх номинальной нормы приемника. В идеальных условиях среды (чистый воздух) коэффициент усиления близок или равен единицы. Однако если воздух в помещении содержит переносимые частицы, которые поглощают до 50% светового пучка, необходимо установить коэффициент усиления 2 для приемника датчика.

Коэффициент усиления рассчитывается по логарифмической шкале, как показано на рисунке 1. На приведенном графике видно, что если необходимо измерять объекты на расстоянии одного метра с помощью разнесенных излучателя и приемника, коэффициент усиления должен быть 30. Другими словами, для нормальной работы приемника требуется световой луч в 30 раз ярче номинальной яркости.

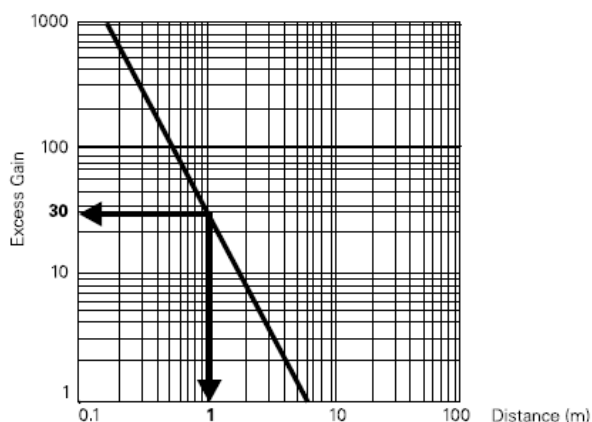


Рисунок 1

Коэффициент усиления уменьшается при увеличении рабочего расстояния. Однако не следует забывать, что рабочее расстояние для разных типов датчиков понимается по-разному: если для датчиков с прерыванием луча оно равно расстоянию от излучателя до приемника, то для совмещенных датчиков, отражающих от объектов, это расстояние от датчика до самого целевого объекта.

### Зона срабатывания

Фотоэлектрические датчики работают в определенной зоне срабатывания. Она зависит от принципов распределения светового пучка и диаметра светового пятна. Это связано с тем, что приемник датчика срабатывает только в том случае, если целевой предмет попадает в зону светового пятна.

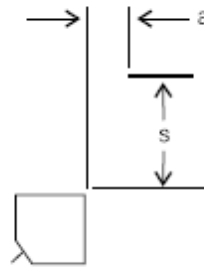
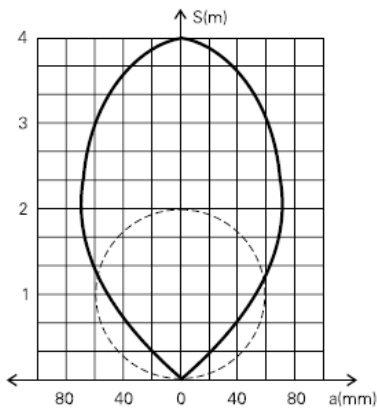


Рисунок 2

Сплошная линия – датчик без подавления заднего фона, пунктирная линия - датчик с подавлением заднего фона

## ТИПЫ ДАТЧИКОВ ПО МЕТОДУ СКАНИРОВАНИЯ

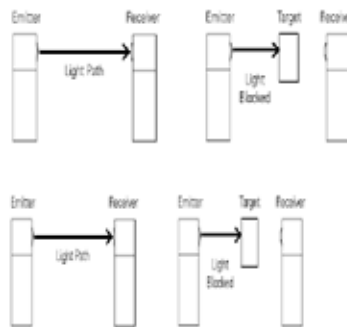
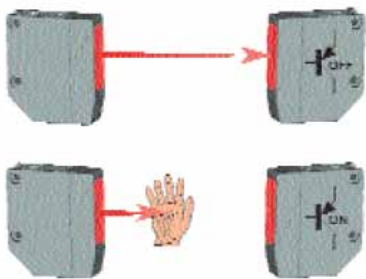
### Принципы детектирования объектов

Принцип сканирования – это метод, используемый фотоэлектрическим датчиком для детектирования целевых объектов. Выбор датчика с определенным принципом сканирования, в первую очередь, зависит от физических особенностей измеряемых объектов. Одни из них могут быть прозрачными, другие – с повышенными отражающими способностями. Иногда возникает необходимость определить разницу в цвете объектов. Расстояние сканирования – также немаловажный фактор при выборе датчика определенного типа, поскольку некоторые типы имеют большой диапазон сканирования, в то время как другие лучше работают на небольших расстояниях.

### 1. Датчики прямого луча (through beam switch)



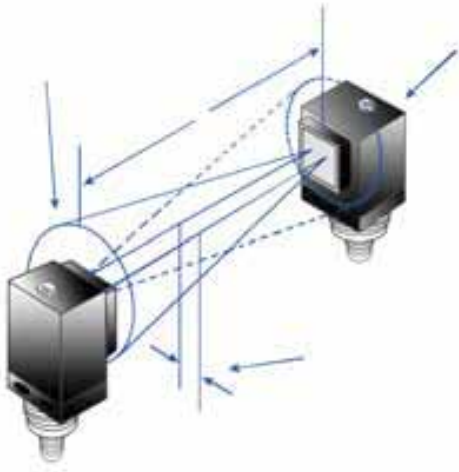
Такие датчики состоят из двух устройств: излучателя и приемника, которые располагаются таким образом, чтобы максимальный объем излучаемого света попадал на приемник. При этом целевой объект должен находиться на одном уровне с лучом. Когда объект перекрывает луч, изменяется выходной статус приемника. Когда объект выходит за пределы луча, выходной статус сигнала приемника возвращается в нормальное состояние. Датчики на прерывание луча удобны для детектирования непрозрачных или отражающих объектов, однако их нельзя использовать для обнаружения прозрачных предметов. Кроме того, вибрация может нарушить центровку излучателя на приемник. В целом же, высокий коэффициент усиления разнесенных в разные корпуса фотоэлектрических приемников и излучателей позволяет использовать их в условиях высокой загрязненности окружающей среды. Максимальный рабочий диапазон таких датчиков составляет 350 метров.



(Emitter - излучатель  
Receiver - приемник  
Light path – световой луч  
Light blocked – блокированный световой луч  
Target - объект)

Эффективный световой пучок датчиков – это диаметр луча в том месте, где он пересекается с целевым объектом. Для датчиков с прерыванием луча это диаметр линзы излучателя и приемника, поэтому размер минимального целевого объекта должен быть равен диаметру линзы.

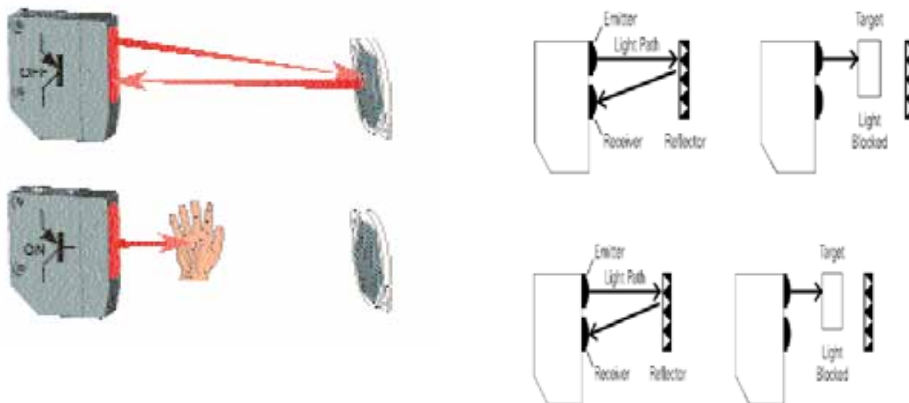




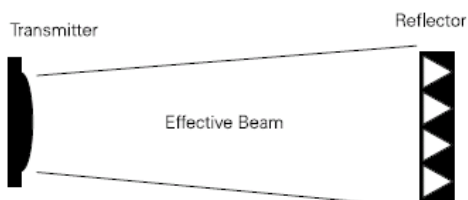
## 2. Датчики отраженного луча (рефлекторные, reflex switch)



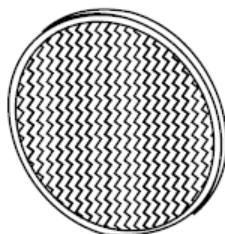
Такие датчики содержат в одном корпусе и излучатель, и приемник. Световой пучок посылается эмиттером на рефлектор (отражатель специальной конструкции), а затем возвращается отраженным в приемник. Когда целевой объект блокирует световой поток между датчиком и рефлектором, изменяется выходное состояние датчика. При исчезновении преграды датчик возвращается в нормальное состояние. Максимальный диапазон измерений для таких датчиков составляет 55 метров.



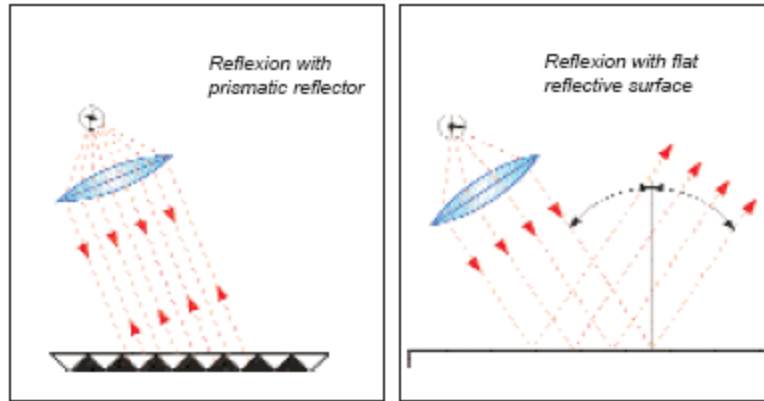
Эффективный диапазон излучения рефлекторных датчиков находится от линзы излучателя до границы рефлектора. Минимальный размер целевого объекта должен равняться размеру используемого рефлектора.



Как правило, рефлекторы заказываются отдельно от датчиков. Они бывают различной формы, круглые или прямоугольные. Диапазон измерений датчиков с рефлекторами указывается при использовании конкретной модели рефлектора. Отражающие наклейки не рекомендуется использовать с поляризованными датчиками.



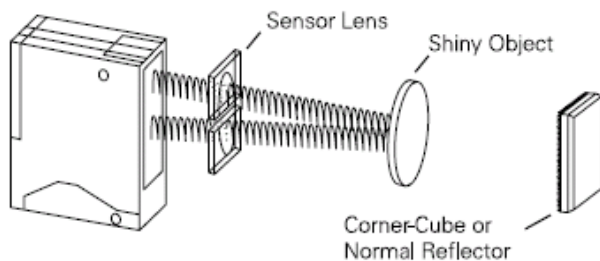
Призматические рефлекторы отражают внешний свет параллельно, при этом коэффициент его отражения выше, чем у любого объекта под углом более 15 градусов. Обычно, рабочее расстояние увеличивается пропорционально размерам отражателя. Рефлектор может изменять плоскость поляризации внешнего освещения на 90 градусов.



Отражение от призматического рефлектора

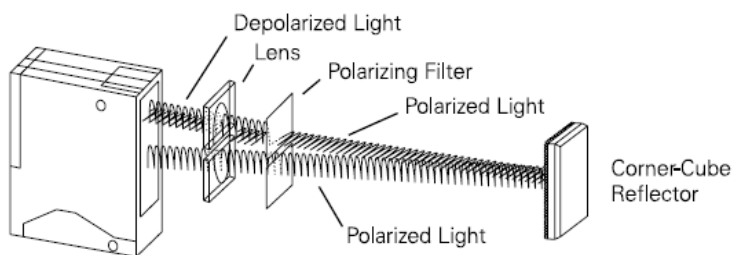
Отражение от ровной отражающей поверхности

Датчики с отражателями могут оказаться плохими помощниками при детектировании блестящих предметов, которые будут отражать свет от собственной поверхности. Датчик же при этом будет не в состоянии определить от какого предмета отражается луч, от рефлектора или попавшего в луч целевого объекта.



(sensor Lens – линза датчика  
Shiny Object – блестящий предмет  
Corner-Cube or normal reflector – рефлектор)

Поэтому для работы с бликующими предметами используются специальные поляризационные фильтры. Они размещаются перед линзой излучателя и приемника и принимают световой пучок только в одной плоскости. В датчиках с поляризованным отражателем излучение света поляризовано в вертикальной плоскости, в то время как прием излучения происходит через поляризованный фильтр в горизонтальной плоскости. Призматический отражатель изменяет световую плоскость под углом 90 градусов, а свет, отражаемый от других объектов, сохраняет свою плоскость излучения и блокируется входным фильтром приемника. Такой свет называется поляризованным. С такими датчиками используется угловой кубический рефлектор. Поляризованный фильтр на приемнике пропускает только отраженный от рефлектора свет.



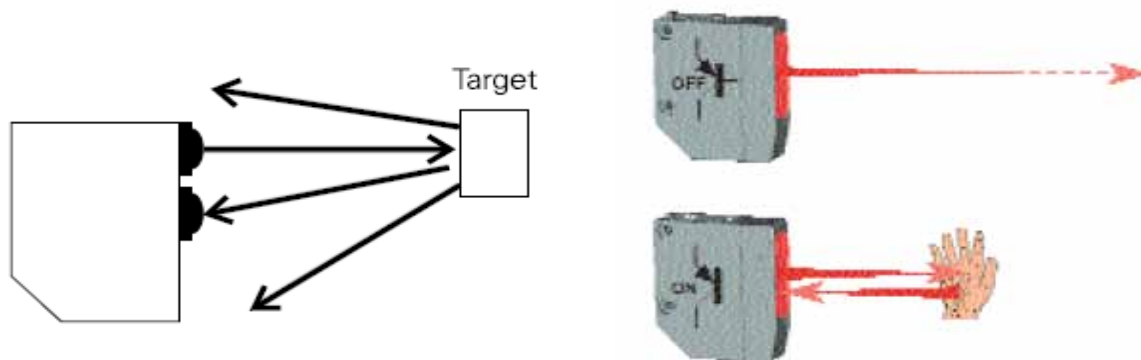
Depolarized light – деполаризованный свет  
Lens - линза  
Polarizing filter - светофильтр  
Polarized light – поляризованный свет  
Corner-Cube or normal reflector – рефлектор

Отдельные модификации датчиков выпускаются для работы со стеклянными предметами. Такие датчики очень чувствительны к даже небольшой разнице между исходящим и входящим сигналом.

### 3. Датчики рассеянного луча (диффузионные, proximity switch)



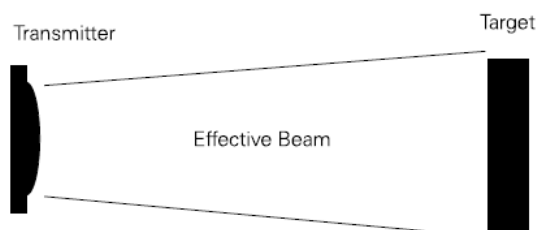
В диффузионных датчиках (proximity sensor) излучатель и приемник расположены также в одном корпусе. Свет, исходящий из эмиттера, достигает целевого объекта и отражается от его поверхности под разными углами. Если приемник получает достаточное количество отраженного света, датчик изменит свое выходное состояние, другими словами, сработает. Если отраженный свет не возвращается в приемник, выходной сигнал останется в неизменном состоянии. Такие датчики представляют наиболее экономичное и легко монтируемое решение (их стоимость ниже стоимости других фотоэлектрических приборов). В датчиках подобной конструкции эмиттер размещен перпендикулярно плоскости целевого объекта, а приемник установлен под некоторым углом для фиксации рассеянного излучения. Очевидно, что до приемника доходит лишь малая доля света, поэтому максимальный рабочий диапазон таких датчиков составляет 4 метра. Обычно диффузионные датчики работают в режиме срабатывания на светлое: датчик срабатывает при пересечении луча объектом.



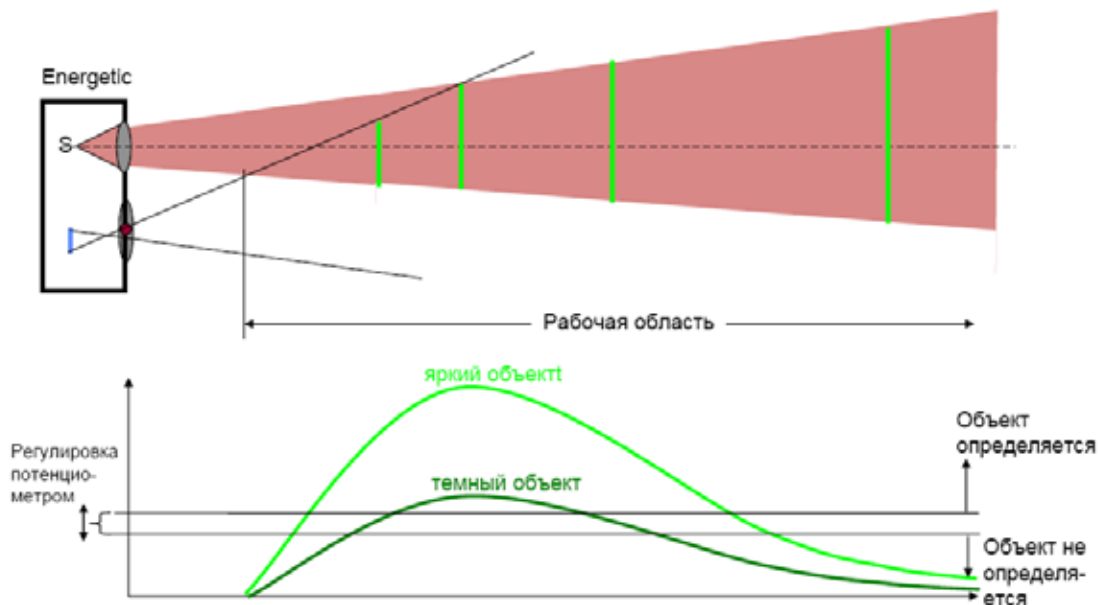
Максимальный рабочий диапазон указывается при работе датчика на матовом белом фоне. В зависимости от характера поверхности целевого объекта применяются особые корректирующие коэффициенты.

Матовая белая поверхность	100%
Белая бумага	80%
Серый ПВХ	57%
Дерево с легкой окраской	73%
Пробковое дерево	65%
Белый пластик	70%
Черный пластик	22%
Черный неопрен	20%
Автомобильные покрышки	15%
Матовый алюминий	120%
Нержавеющая сталь, полированная	230%

Эффективный пучок света для диффузионных датчиков равен размеру целевого объекта.

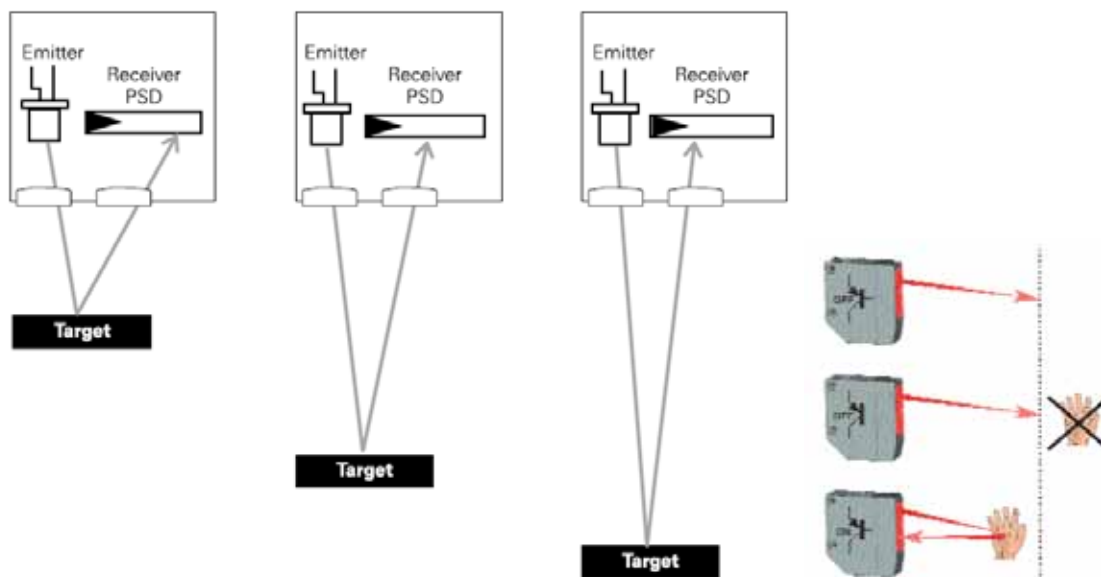


Особого рассмотрения при выборе такого датчика требует вопрос цвета целевого объекта. Очевидно, что лучше воспринимаются светлые объекты на темном фоне, поскольку они отражают больше света. Для работы с темными объектами датчики имеют специальный регулировочный потенциометр.



Диффузионные датчики позволяют измерять различные участки области прохождения луча: быть нечувствительными к близко расположенным объектам (подавление переднего фона), к объектам за пределами определенной зоны (подавление заднего фона) или одновременно к близко и далеко расположенным предметам (energetic).

Подавление заднего фона используется для детектирования объектов до определенного расстояния. Все объекты, находящиеся за границами этой области, датчиком игнорируются. Регулировка рабочего расстояния здесь не связана с чувствительностью приемника, а достигается оптической триангуляцией. Такие датчики имеют в конструкции датчик положения (PSD – position sensor detector). Отраженный луч попадает на датчик под различным углом. Чем больше расстояние до объекта, тем острее угол отражения. Благодаря такому методу измерения угла отражения датчики могут детектировать все объекты на заданном расстоянии вне зависимости от их цвета.



(target - объект  
 Emitter - излучатель  
 Receiver PSD – датчик положения)

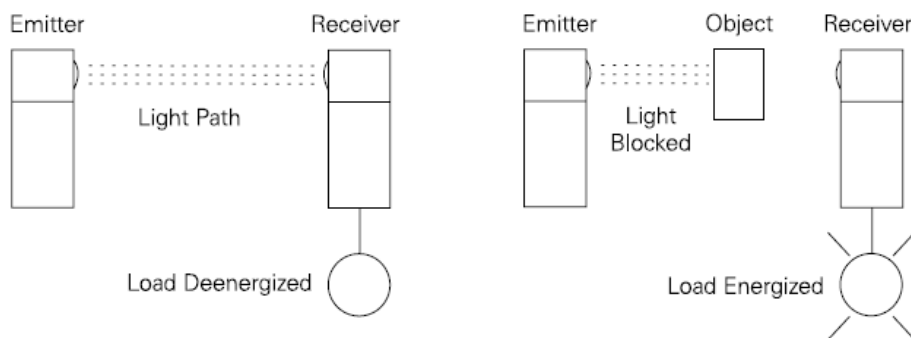
Также, диффузионные датчики могут иметь подавление переднего фона или иметь регулируемое расстояние работы, т.н. energetic, а также работать с блестящими предметами.

Датчики с подавлением переднего и заднего фона (energetic) позволяют пользователю точно установить минимальное и максимальное расстояние детектирования. Таким образом, датчик срабатывает только на целевые объекты, появляющиеся в заданной зоне. Например, типичной сферой применения таких датчиков являются промышленные конвейеры, где рабочая область датчика соответствует ширине конвейерной ленты. Нечувствительность датчиков к отражающим и рифленным поверхностям гарантирует отсутствие ошибочных срабатываний.

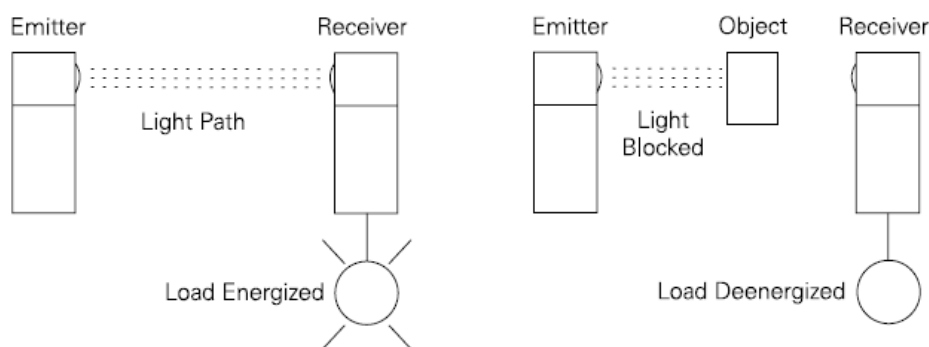
## РЕЖИМЫ РАБОТЫ ДАТЧИКОВ

### Рабочие режимы фотоэлектрических датчиков

Датчики имеют 2 рабочих режима: срабатывают на темное (DO) или светлое (LO). При выборе DO датчика подключенная нагрузка сработает тогда, когда приемник не получает отраженного луча.



Соответственно, датчики, срабатывающие на светлое, будут включать нагрузку при наличии принимаемого приемником луча.



- (emitter – излучатель
- Receiver – приемник
- Light path – световой луч
- Load energized – нагрузка включена
- Light blocked – луч прерывается
- Load deenergized – нагрузка выключена
- Object – объект)

В таблице показана взаимосвязь рабочего режима датчика и состояния подключенной к нему нагрузки.

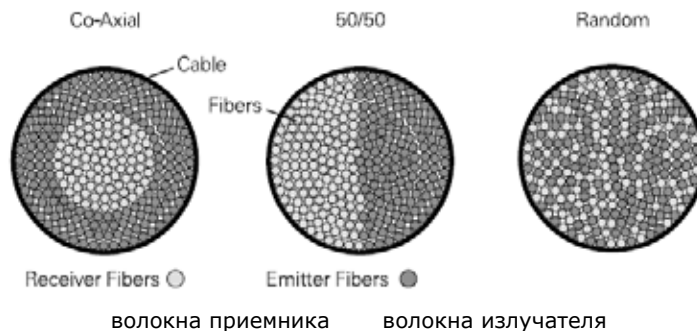
Рабочий режим	Путь луча	Статус нагрузки	
		с рефлектором и парные	диффузионные
Срабатывание на светлое (LO)	Не заблокирован	включена	выключена
	Заблокирован	выключена	включена
Срабатывание на темное (DO)	Не заблокирован	выключена	включена
	Заблокирован	включена	выключена

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДАТЧИКОВ

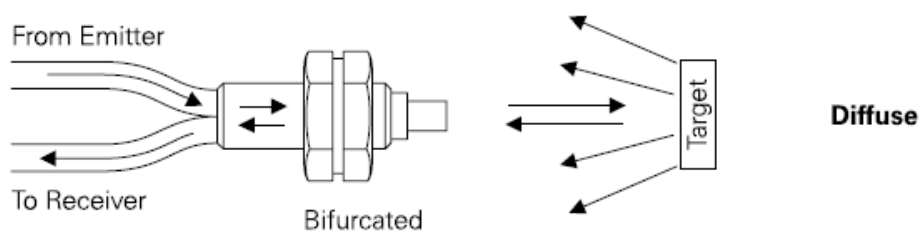
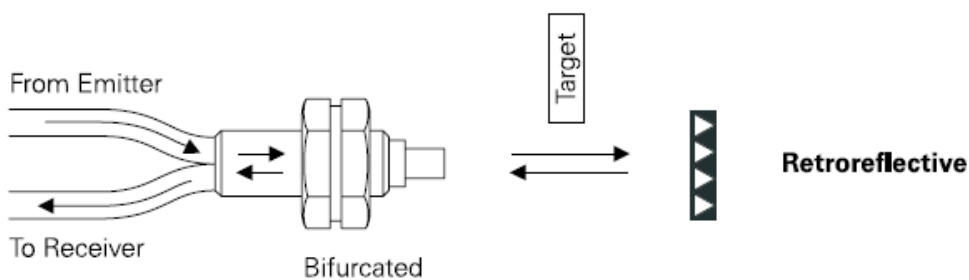
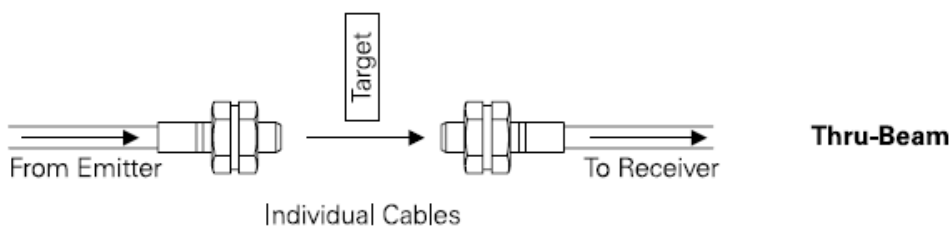
### Волоконно-оптические датчики

Волоконно-оптические датчики не представляют собой отдельной измерительной технологии, просто они используют другой метод передачи света. Такие датчики содержат эмиттер, приемник и гибкий кабель, которые корпусированы со множеством волокон, передающих свет. Пользователь может также выбрать отдельный кабель для эмиттера и приемника или же использовать один кабель. В последнем случае эмиттер и приемник используют различные методы распределения волокон излучателя и приемника в изоляции кабеля. Если эмиттер излучает ИК свет, используются кабели со стекловолокном. Пластиковое оптоволокно применяется в тех случаях, когда излучение должно быть видимым.





Оптоволоконные датчики могут использовать один из трех принципов детектирования объекта: прямой луч от эмиттера к приемнику, отражение от рефлектора, отражение от целевого объекта. В датчиках прямого луча свет излучается и принимается различными кабелями. В датчиках отраженного луча используется общий кабель (раздвоенный). Оптоволоконные датчики незаменимы для небольших расстояний сканирования или объектов малых габаритов. В связи со световыми потерями такие датчики имеют короткие рабочие диапазоны.

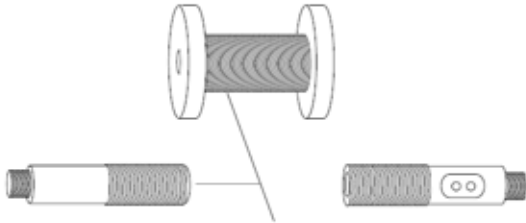


- (individual cables – отдельные кабели
- Bifurcated – раздвоенный кабель
- From emitter – от излучатель
- To receiver – к приемнику
- Target – объект
- Thru-beam – датчики прямого луча
- Retroreflective – датчики с отражателями
- Diffuse – диффузионные датчики)

**Лазерное излучение**

Часто в качестве источника света используются лазеры. Как правило, это лазеры класса 2 с максимальной мощностью излучения 1 мВт. Лазеры класса 2 не требуют специальных мер защиты. Лазерные излучатели могут использоваться в фотоэлектрических датчиках любого типа.

Лазеры имеют видимый свет высокой интенсивности, что значительно упрощает регулировку и настройку датчика. Лазерная технология обеспечивает точность определения даже самых малых объектов (размером до 0.03 мм) на значительных расстояниях (около метра). Поэтому лазерные фотоэлектрические датчики используются и для определения скорости, и для определения толщины предмета.



### Обучающий режим teach-in

Некоторые фотоэлектрические датчики имеют обучающий режим teach-in. Он предоставляет пользователям возможность обучить датчик в конкретных рабочих условиях. Перед датчиком располагается целевой объект, и датчик запоминает качество отраженного от него света. Затем датчик программируется на срабатывание только от этого света. Технология teach-in позволяет работать даже с прозрачными объектами.

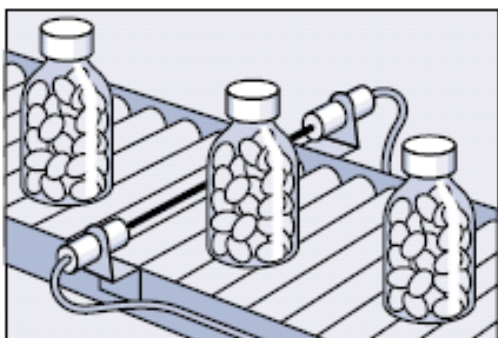
### Фотоэлектрические датчики с аналоговым выходом

Аналоговые датчики позволяют измерять расстояние до объекта с высокой точностью. Датчики используют видимое лазерное излучение и имеют линейный выходной сигнал высокой точности.

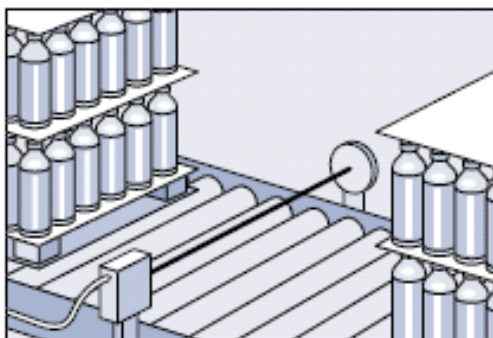
## ПОРТФОЛИО ДАТЧИКОВ SICK

Фотоэлектрические датчики SICK		
Прерывание луча	Отражение от рефлектора	Отражение от объекта
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- с подавление заднего фона</li> <li>- с подавлением переднего фона</li> <li>- с подавлением заднего и переднего фона</li> </ul>
<b>WS/WE</b>	<b>WL</b>	<b>WT</b>

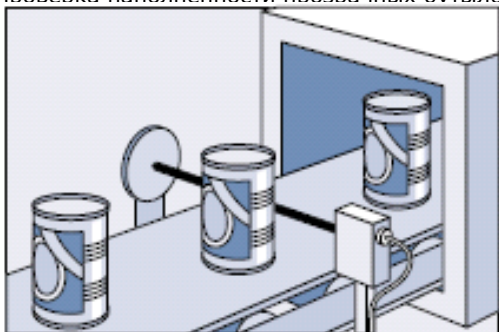
	<b>Миниатюрные датчики</b>	<b>Портативные датчики</b>	<b>Стандартные датчики</b>
Описание	<ul style="list-style-type: none"> <li>- идеальное решение для приложений с ограниченным пространством</li> <li>- широкие функциональные возможности, несмотря на портативность габаритных размеров</li> <li>- работа в агрессивных средах</li> <li>- все типы датчиков: с отражателем, прямого луча, диффузионные</li> <li>- модели с IO-Link</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- надежность детектирования на всех уровнях автоматизации</li> <li>- широкий выбор аксессуаров для монтажа и подключения</li> <li>- все типы датчиков: с отражателем, прямого луча, диффузионные</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- широкий модельный ряд для тяжелых промышленных условий</li> <li>- все типы датчиков: с отражателем, прямого луча, диффузионные</li> <li>- высокая устойчивость к отражающим, бликующим и слепящим поверхностям</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- электронная промышленность</li> <li>- фармакология</li> <li>- робототехника и разгрузка-погрузка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- упаковочные линии</li> <li>- контейнерная логистика</li> <li>- машиностроение</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разгрузка-погрузка и складское хранение</li> <li>- автомобильная промышленность</li> <li>- двери и ворота</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- W2 Slim</li> <li>- W2 Flat</li> <li>- W4-3</li> <li>- W4-3 Teflon</li> <li>- W100</li> <li>- W140-2</li> <li>- W150</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- W160</li> <li>- W160T</li> <li>- W170</li> <li>- WT190T</li> <li>- W9-2</li> <li>- W11</li> <li>- W12-2</li> <li>- W12G</li> <li>- W14-2</li> <li>- W18-3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- W23-2</li> <li>- W24-2</li> <li>- W250</li> <li>- W260</li> <li>- W280</li> <li>- W27-3</li> <li>- W34</li> <li>- W45</li> </ul>
Спец. возможности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IO-Link</li> <li>- Teach-in</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teach-in</li> <li>- IO-Link</li> <li>- регулировка потенциометрами</li> </ul>	

**ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

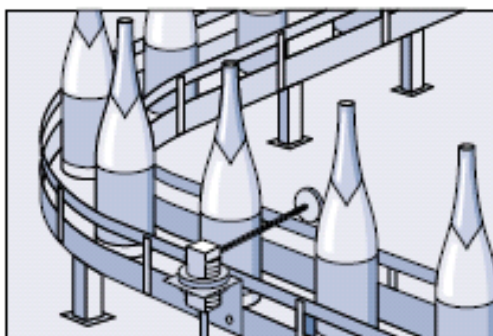
Проверка наполненности прозрачных бутылок



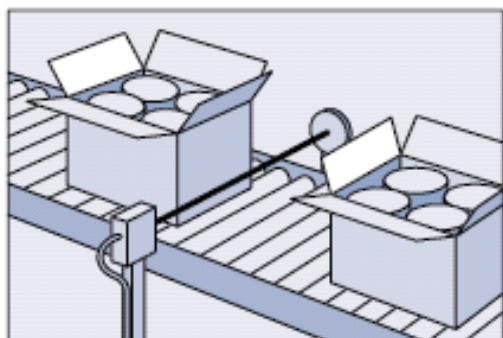
Перемещение паллет с бутылками



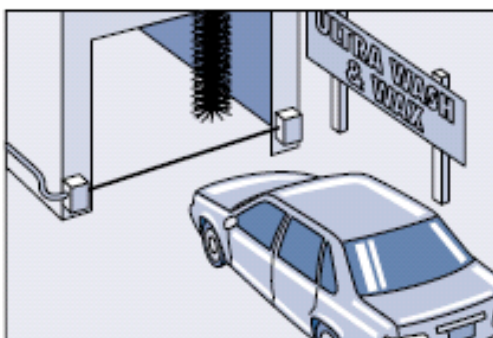
Подсчет металлических банок



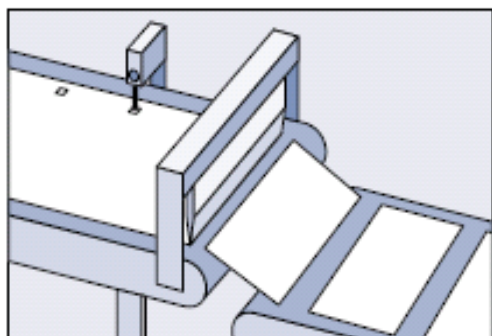
Подсчет бутылок



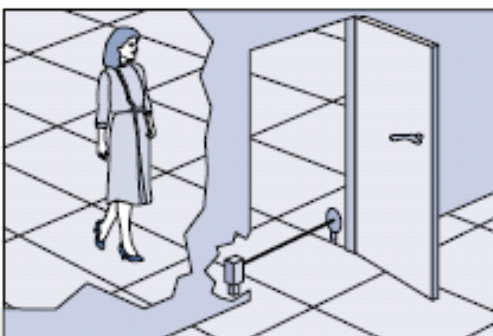
Подсчет коробок



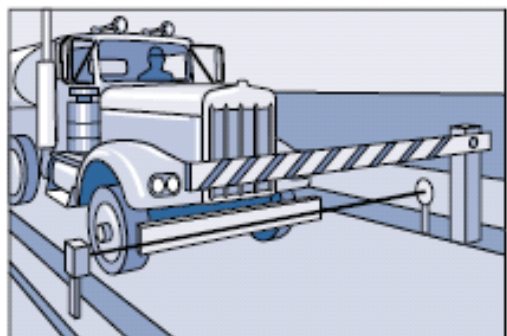
Мойки машин



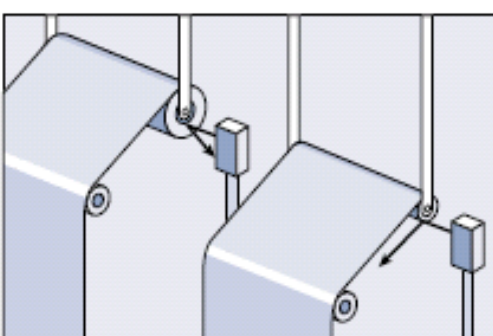
Считывание меток для запуска резака



Детектирование перемещения людей

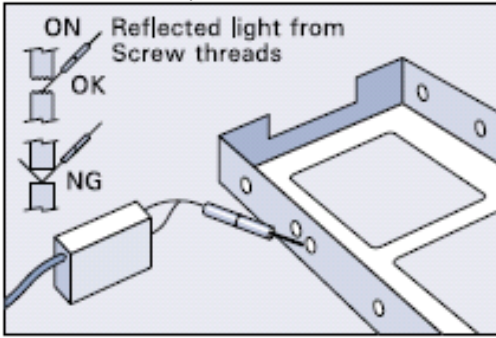


Мониторинг парковочных зон

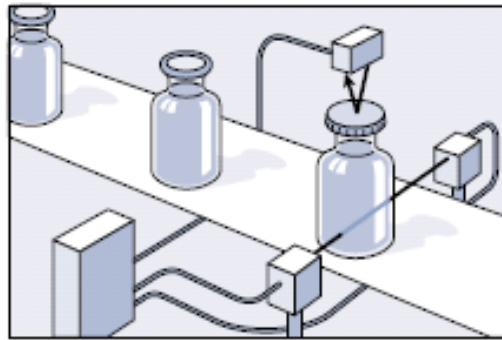


Определение конца бабины

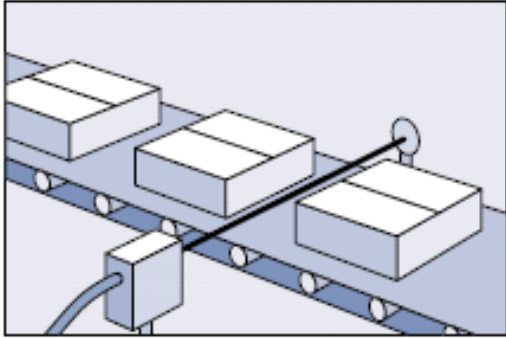




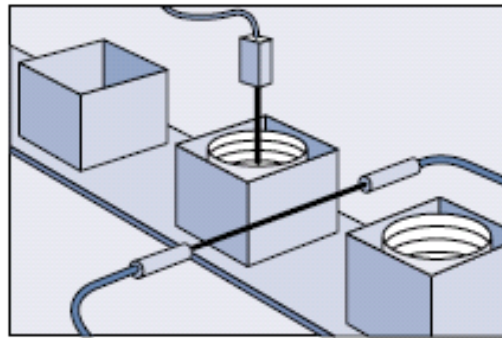
Контроль наличия резьбы с волоконно-оптическим датчиком



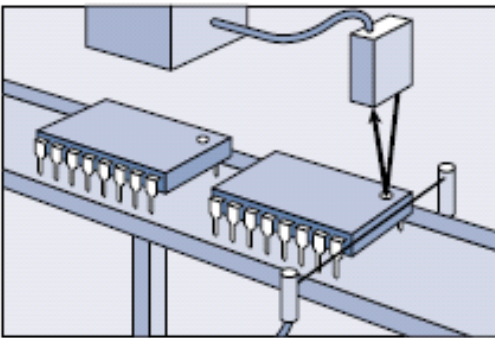
Контроль наличия крышек на бутылках с датчиком подавления заднего фона



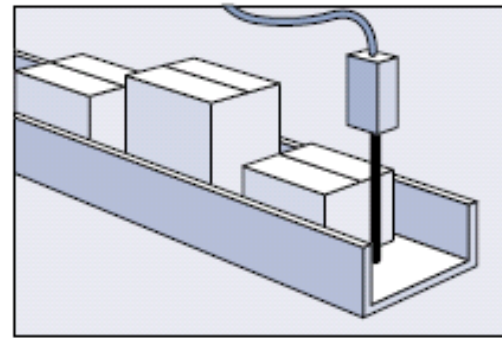
Подсчет коробок



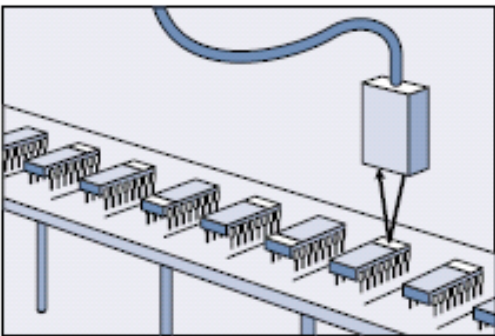
Определение объектов в металлической емкости с датчиком подавления заднего фона



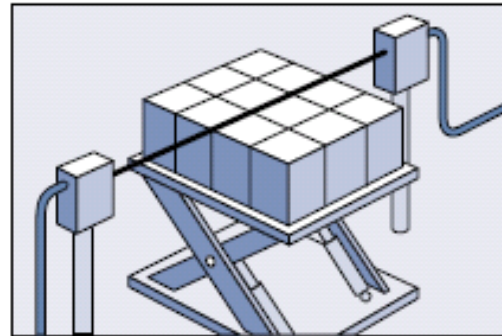
Определение ориентации микросхемы с лазерным датчиком с подавлением заднего фона



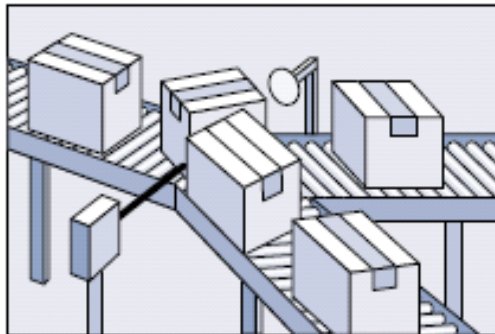
Определение предметов разной высоты с датчиком подавления заднего фона



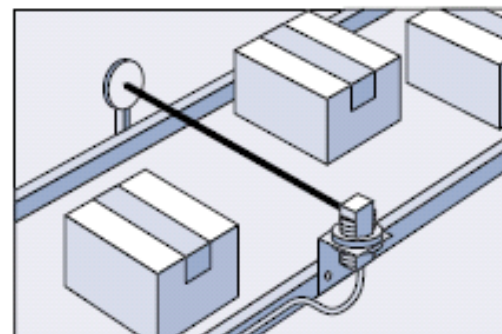
Определение положения микросхем с помощью волоконно-оптического датчика



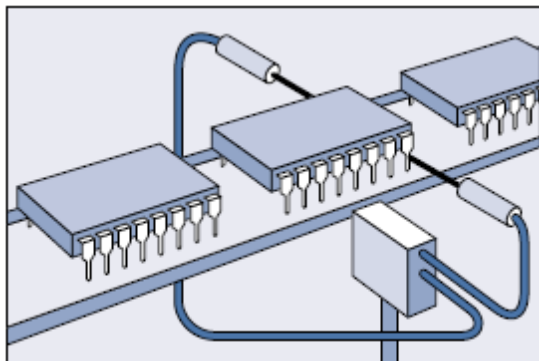
Контроль высоты паллеты



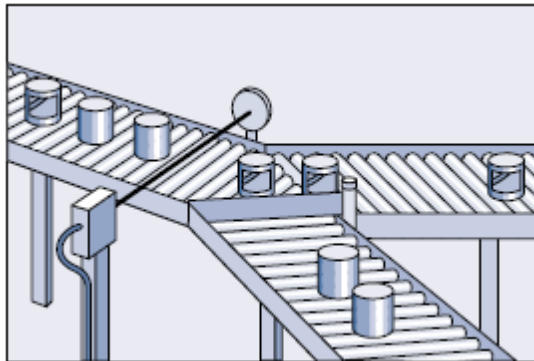
Определение наполненности конвейера



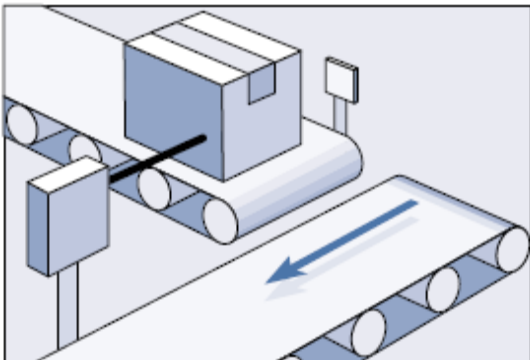
Подсчет коробок на конвейере



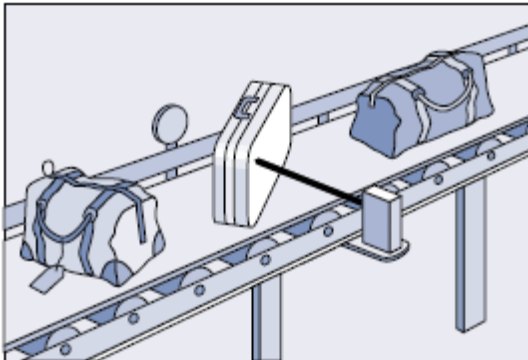
Подсчет числа выводов у микросхемы



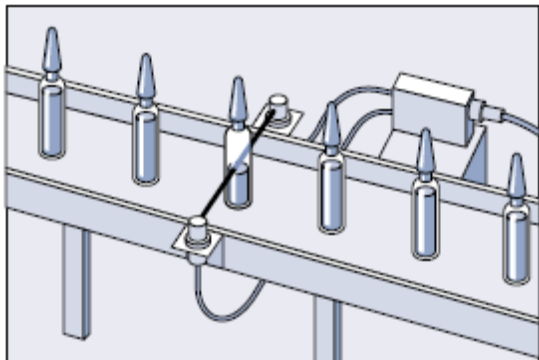
Системы распределения на конвейере



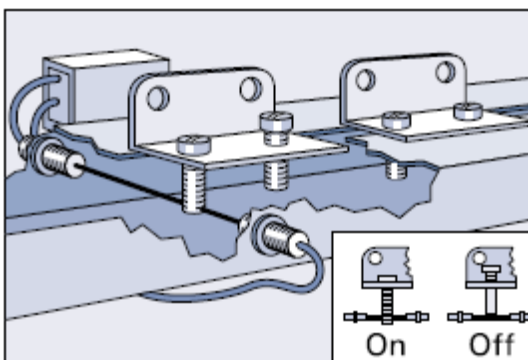
Детектирование предмета для запуска конвейера



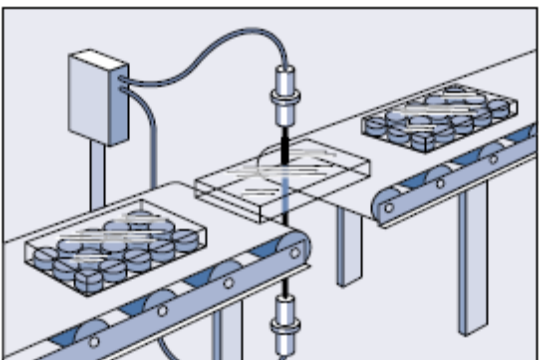
Детектирование отражающих предметов



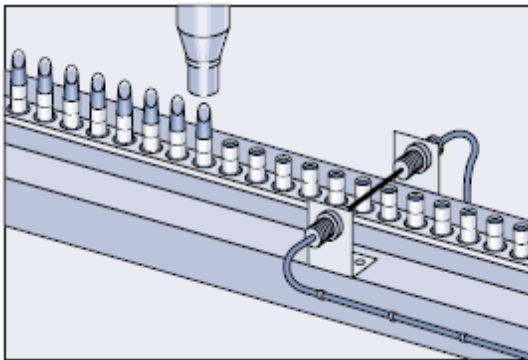
Определение жидкости в капсулах



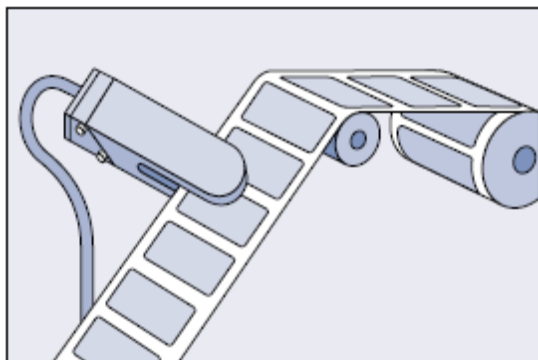
Контроль правильности расположения винтов



Проверка наличия товара в прозрачной упаковке



Проверка высоты губной помады перед закрытием колпачка



Проверка наличия лейбла на прозрачной подложке с щелевым фотоэлектрическим датчиком