Пироэлектрический инфракрасный датчик (PIR passive infrared motion sensor)

Датчики движения на основе **пироэлектрического эффекта** (PIR, passive infrared motion sensor) часто используются в охранных системах и в быту для обнаружения движения в помещении. Например, на принципе детектирования движения основано автоматическое включение света в подъезде.

Пироэлектрический сенсор позволяет фиксировать движение тёплых объектов: людей и животных. Подобные датчики используются на раздвижных дверях, открывающихся автоматически при приближении человека.

Что такое пироэлектричество:

При изменении температуры величина спонтанной поляризации изменяется, что вызывает появление электрического поля, которое можно наблюдать, пока свободные заряды не успеют его скомпенсировать. Это явление называется **пироэлектрическим эффектом** или **пироэлектричеством**.

Другими словами:

Пироэлектричество проявляется в свойстве некоторых диэлектрических кристаллов изменять величину электрической поляризации при изменении температуры. В результате нагревания или охлаждения пироэлектрического кристалла на его гранях появляются электрические заряды.

Если кристалл достаточно долго находится при постоянной температуре, то избыточные заряды на его поверхности обычно компенсированы за счет ионов воздуха и утечек и практически не обнаруживают внешне электрической поляризации. Если же температуру кристалла изменить, то происходит анизотропное изменение расстояния между доменами и углов между ними и за счет смещения зарядов диполей в кристалле появляется поляризация вдоль направления, называемого электрической осью.

Выводом с сенсора является простой бинарный цифровой сигнал: пока движения нет сигнальный контакт установлен в логический ноль. Как только фиксируется движение, сигнальный контакт устанавливается в логическую единицу на небольшой промежуток времени.

Турмалин Триглицинсульфат Танталат лития Титанат бария

Янтарь Титанат свинца

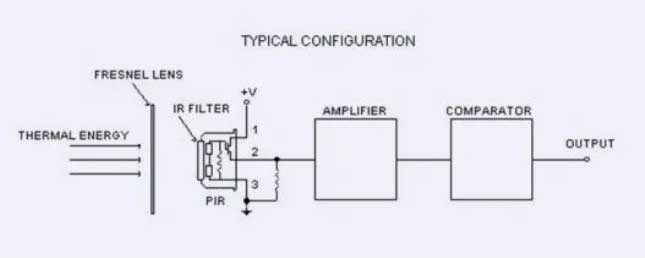
Как обнаружили?

Впервые пироэлектричество было открыто в кристаллах турмалина в 19 веке, хотя эффект греки наблюдали еще в древности. К настоящему времени известно более 1000 веществ, обладающих свойством обратной поляризации, их иногда называют ферроэлектриками. В основном это кристаллы, хотя такое свойство обнаружено и у некоторых полимеров, в частности у поливинилфторида (PVF) и поливинилидилфторида (PVDF,γ = 4·10-3). Из наиболее популярных неорганических материалов можно назвать монокристаллы танталата лития (LiTaO3, γ = 2·10-4), керамику из титаната бария (BaTiO3, γ = 4·10-4), поликристаллические слои титаната свинца (PbTiO3, γ = 2,3·10-4). Последний материал удобен тем, что сравнительно легко может быть получен в виде пленки.

Ориентируясь на приведенные цифры коэффициентов пироэлектрического эффекта легко показать, что сенсоры на его основе должны обладать высокой чувствительностью к изменениям температуры. И это действительно так: пироэлектрические датчики способны реагировать на вариации температуры порядка миллионных долей градуса

Принцип работы датчика:

Датчик PIR в основном состоит из линзы Френеля, двух пироэлектрических инфракрасных элементов и процессора сигналов.



Основным компонентом PIR-датчика является пироэлектрический элемент, изготовленный из материалов, обладающих пироэлектрическим эффектом, который заставляет их производить электрические заряды при воздействии температурных колебаний. Внутри датчика обычно имеются два пироэлектрических элемента, соединенных последовательно или параллельно, и направления поляризации нагретого электрода двух элементов строго противоположны. В сочетании с линзой Френеля двойные пироэлектрические элементы создают две зоны обнаружения спереди.

Пироэлектрические инфракрасные элементы продолжают получать инфракрасное излучение из фонового пространства даже при отсутствии движущихся источников тепла. Однако в этом случае выходной электрический сигнал не создается из-за взаимодополняющей конструкции двух элементов.

Когда теплый объект перемещается в зоне обнаружения, разность потенциалов на сдвоенных пироэлектрических элементах соответственно изменяется. Когда теплый объект покидает зону обнаружения, разность потенциалов меняется на противоположную. Двойные пироэлектрические элементы теряют взаимодополняющий баланс и в ответ на это изменение выдают выходной сигнал.

Сгенерированный сигнал затем обрабатывается процессором сигналов, который анализирует сигнал на наличие изменений, превышающих заранее определенный порог. Если обнаруженное изменение превышает этот порог, процессор сигналов включает сигнал тревоги или инициирует другие заранее определенные действия. Это основной принцип работы PIR-датчиков.

Когда объект попадает в зону действия датчика ИК-датчик, он улавливает изменения в инфракрасном излучении, испускаемом объектом, и определяет, произошло ли проникновение человеческого тела или животного.

Следует отметить, что PIR-датчик не определяет напрямую форму, размер или цвет объекта. Скорее, он основывает все свои расчеты только на изменениях инфракрасного излучения. Поэтому необходимо правильное размещение и настройка PIR-датчика, чтобы избежать ложных срабатываний и пропущенных обнаружений.

Какие вообще бывают датчики движения?

* Инфракрасные (ИК) детекторы - фиксируют перепады теплового излучения объектов
  + +: простота и удобство в эксплуатации, безопасность для человека и животных, точная регулировка параметров обнаружения движущегося объекта, адекватное реагирование на движение (воспринимает только те объекты, которые имеют собственную температуру).
  + –: возможность ложных срабатываний (при определённых условиях способен реагировать на любые перемещения, фиксируя даже движение тёплого воздуха от отопительных приборов). Кроме того, эти датчики чувствительны к условиям окружающей среды и могут не распознавать объекты, защищённые материалами, не пропускающими ИК-лучи.
* Ультразвуковые (УЗ) детекторы - работают по принципу излучения, восприятия и анализа ультразвуковых волн, отражающихся от находящихся в зоне охвата объектов.
  + +: абсолютная нечувствительность к природным явлениям, а также одинаково эффективное воздействие на любые объекты независимо от материалов.
  + -:  невосприятие медленных и плавных движений, а также негативное влияние на животных, способных улавливать ультразвук.
* Микроволновые (СВЧ) детекторы - выявляют движущиеся объекты при помощи транслируемых ими электромагнитных волн высокой частоты. По своему устройству они близки к УК-детекторам.
  + +: способность распознавать движение за несложными препятствиями, чувствительность даже к самым незначительным колебаниям, независимость от условий среды, компактность.
  + -: ложные срабатывания, высокая цена и небезопасность их волн для здоровья человека.
* Комбинированные детекторы – совмещают в себе сразу несколько технологий считывании движущихся объектов. Наиболее эффективными считаются модели, объединяющие в себе ИК- и СВЧ-датчики, для надёжности они могут дополняться ещё и датчиками шума.
  + +:  мгновенную реакцию при минимальной вероятности ложного срабатывания, а также устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды
  + -: высокая стоимость

Где используется пироэлектрический инфракрасный датчик:

* Системы безопасности: PIR-датчики широко используются в системах охранной сигнализации для обнаружения вторжения человека и включения сигнализации или активации камер наблюдения.
* Управление освещением: В целях экономии энергии PIR-датчики используются в автоматических системах освещения, например, на парковках, открытых площадках и в коридорах, для обнаружения присутствия человека и соответствующего регулирования освещения.
* Домашняя автоматизация: PIR-датчики необходимы для умных домов, поскольку они могут обнаруживать присутствие человека и использовать эту информацию для запуска различных автоматических операций, таких как включение света, регулировка термостатов или включение бытовой техники.
* Датчик присутствия: Чтобы оптимизировать использование энергии, PIR-датчики используются в автоматизации зданий для мониторинга занятости помещений и соответствующей модификации систем HVAC (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха).
* Автоматические двери: PIR-датчики используются в автоматических дверных системах для обнаружения приближающихся людей и запуска механизма открытия и закрытия.