

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЫМА: ADPD188BI

INTEGRATED OPTICAL MODULE FOR SMOKE DETECTION: ADPD188BI

В статье приведены основные технические характеристики и возможности нового оптического модуля для обнаружения дыма – ADPD188BI (Analog Devices).

В. Котигорошко

Abstract – The main characteristics and possibilities of a new optical module for smoke detection are considered in the article.

V. Kotigoroshko

ВВЕДЕНИЕ

Во многих случаях трагедии на пожарах происходят из-за того, что системы определения уровня задымленности помещения и, соответственно, сигнализации не работали или были отключены. Поэтому наличие датчиков дыма, с помощью которых можно определить наличие в воздухе летучих продуктов процесса горения, т.е. мельчайших частиц копоти или других частиц, появляющихся при возгорании, является обязательным в современных автоматизированных системах пожаротушения. Пожалуй, важнейшая характеристика дымового извещателя – вероятность ложных срабатываний, которые являются основным фактором, побуждающим потребителей отключать эти датчики.

В новых редакциях стандартов UL-217/268 компании Underwriters Laboratories Inc. (США), которая занимается стандартизацией и сертификацией в области техники безопасности, ужесточены нормы по чувствительности дымовых извещателей. Оборудование, созданное на базе классических извещателей с использованием монохромных источников света, уже не может соответствовать последним рекомендациям стандартов. Специалисты компании Analog Devices предложили новое решение, а также разработали интегральный оптический модуль ADPD188BI.

Особенностью детекторов дыма, созданных на базе модуля ADPD188BI, является отсутствие дымовой камеры, что позволяет быстрее реагировать на появление дыма [1-4]. Кроме того, стоимость бескамерных детекторов дыма значительно ниже, чем с камерами, а устройство – проще.

Простейший традиционный детектор дыма содержит собственно оптический датчик дыма, микроконтроллер и дополнительные компоненты (это могут быть звуковая сирена для сигнализации, светодиоды, датчики СО и пр.). Если источник света (L) и фотоэлемент (D) располагаются на одной оси при

значительном удалении друг от друга (рис. 1), то при наличии дыма световой поток будет рассеиваться и сигнал на выходе фотодетектора, соответственно, будет уменьшаться, что и будет свидетельствовать о наличии дыма.

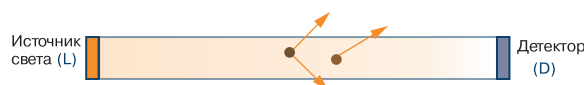


Рис. 1. Принцип действия традиционного линейного оптического датчика дыма

Если источник света и фотодетектор расположить как показано на рис. 2 [1], то расстояние между источником света и детектором можно уменьшить до нескольких сантиметров. В этом варианте конструкции фотодетектор реагирует на отраженное излучение. Прежде традиционные дымовые извещатели изготавливались с использованием дискретных компонентов, а в качестве источника света применялся, к примеру, светодиод, излучающий в инфракрасном диапазоне. Основным недостатком таких извещателей является то, что в случае использования монохроматических светодиодов велика вероятность ложных срабатываний, т.к. сложно различать частицы дыма между собой. Кроме того, они отличаются повышенным уровнем энергопотребления и при их изготовлении необходимо проводить трудоемкие калибровки [1].

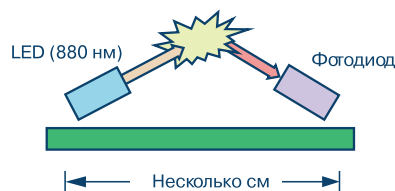


Рис. 2. Принцип действия датчика дыма, реагирующего на отраженное излучение

Чтобы улучшить характеристики детекторов дыма и снизить вероятность появления ложных сра-

бываний, специалисты компании Analog Devices разработали интегральный оптический модуль ADPD188BI размерами всего 5.1×3.9×1.0 мм. Модуль содержит два светодиода (синий и инфракрасный), фотодиод и аналоговый интерфейс. Два излучающих диода с разными длинами волн – это два разных угла преломления и, как результат, более достоверные измерения. Принцип работы модуля показан на рис. 3.

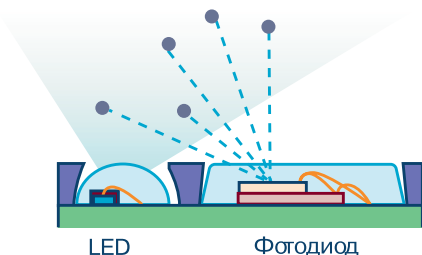


Рис. 3. Принцип действия оптического модуля ADPD188BI

В модуле генерируются импульсы тока через светодиоды длительностью всего несколько микросекунд. Часть излучения светодиодов отражается от частиц дыма и попадает на поверхность фотоприемника. В трансимпедансном усилителе ток фотодатчика преобразуется в напряжение. Полосовой фильтр на выходе усилителя используется для фильтрации постоянной составляющей, а интегратор на выходе фильтра отфильтровывает (до 80 дБ) переменную составляющую, которая связана с изменениями окружающего освещения от ламп или солнечного излучения. В АЦП осуществляется преобразование напряжения в цифровой код. Преимущества этого метода – большой динамический диапазон и отношение сигнал/шум (Signal-to-Noise Ratio – SNR) и, как результат, высокая достоверность результатов измерения, т.е. небольшое число ложных срабатываний. Кроме того, что немаловаж-

но для систем пожарной сигнализации – низкий уровень энергопотребления. Использование в процессе измерения двух светодиодов существенно повышает эффективность обнаружения наличия возгорания и позволяет дифференцировать дым от водяного пара, а также от угарного газа, образованного подгоревшими котлетами, что дает возможность устанавливать детекторы дыма в устройствах пожарной сигнализации, размещаемых на кухне и в ванной комнате.

В статье рассматриваются основные характеристики и возможности модуля ADPD188BI.

МОДУЛЬ ADPD188BI

ADPD188BI (рис. 4) – малогабаритный интегральный оптический модуль, предназначенный для измерений уровня задымленности. ADPD188BI – это высокоинтегрированная фотометрическая система для обнаружения дыма с использованием оптической технологии. Структура модуля приведена на рис. 5 [2].

Модуль содержит два оптических детектора. Фотодетектор 1 (PDET1) имеет активную площадь поверхности 0.4 мм² и подключен к каналу CH3. Фотодетектор 2 (PDET2) – 0.8 мм² (CH4). Эти два фотодетектора могут быть объединены в один с эквивалентной активной площадью поверхности 1.2 мм². Типовая чувствительность фотодетектора приведена на рис. 6.

Чувствительность при длине волны 470 нм составляет 0.2 А/Вт, при длине волны 850 нм – 0.4 А/Вт. Кроме того, модуль содержит два встроенных светодиода (LED) и цифро-аналоговый фотометрический вычислитель. В качестве источников света используются синий светодиод с длиной волны излучаемого света 470 нм и инфракрасный – с длиной волны 850 нм. Все эти компоненты размещены в

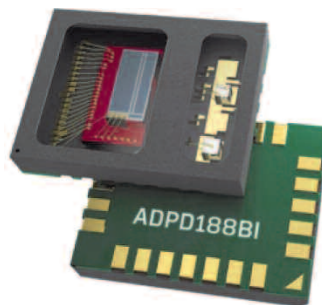
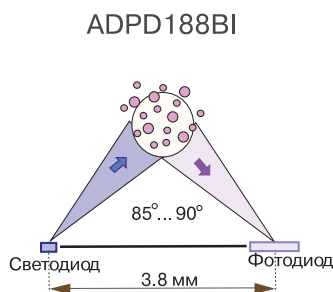


Рис. 4. Оптический модуль ADPD188BI и иллюстрация его принципа действия

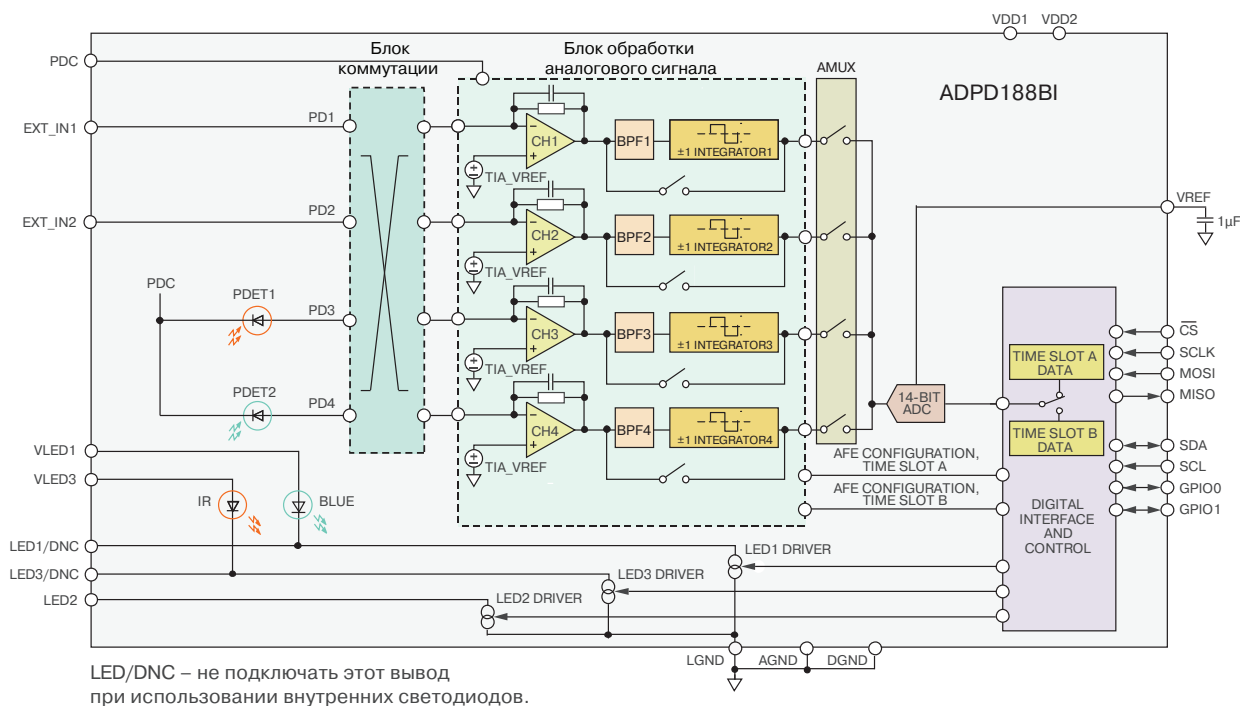


Рис. 5. Структурная схема модуля ADPD188BI

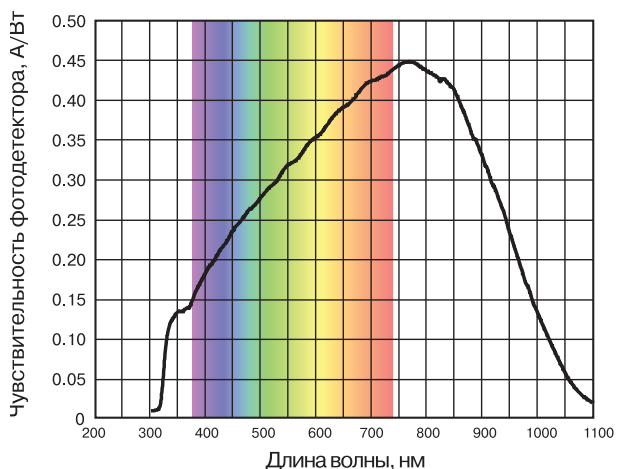


Рис. 6. Типовая чувствительность фотодетектора

специальном корпусе, предотвращающем попадание света непосредственно от светодиода на фотодиод.

Использование светодиодов с разной длиной волны позволяет точнее определять размер частицы дыма и, соответственно, повысить вероятность обнаружения дыма при его малой концентрации, а также различать не только материал происхождения рассеивающих частиц, образующихся в процессе горения, но и дифференцировать их происхождение

(например, пыль, водяной пар или пр.). Модуль содержит встроенный блок обработки аналоговых сигналов, 14-разрядный АЦП, 20-разрядный аккумулятор, блок цифровой обработки, три независимо программируемых драйвера светодиодов с максимальным током 370 мА, а также интерфейсы I2C и SPI для обмена данными с внешними устройствами. В модуле осуществляется формирование импульсов тока через светодиоды и измерение сигналов на выходе фотодетекторов. Цифровые данные могут быть считаны непосредственно из выходных регистров или буфера FIFO.

Использование высокоинтегрированного оптического модуля ADPD188BI позволяет создавать малогабаритные извещатели, отличающиеся низким уровнем энергопотребления и повышенной надежностью, т.е. меньшим числом ложных срабатываний при эксплуатации в жестких условиях окружающей среды (при наличии пыли, пара и других источников помех).

Модуль обеспечивает высокое значение отношения сигнал/шум (SNR) при относительно низкой мощности излучения светодиода, и, в то же время, существенно уменьшает влияние окружающего освещения на измеряемый сигнал.

Типовая схема подключения

При использовании порта SPI (рис. 7) выводы SDA и SCL интерфейса I2C должны быть подключены к цепи питания 1.8 В. При использовании интерфейса I2C порт SPI отключается посредством подключения вывода #CS к цепи питания 1.8 В. Неиспользуемые входы SCLK и MOSI следует подключить к цепи GND. Датчики, представляющие собой источник тока, подключаются ко входам EXT_IN1 и EXT_IN 2. Если датчики представляют собой источник напряжения, то они подключаются ко входам EXT_IN1 и EXT_IN2 через последовательный резистор для преобразования напряжения в ток.

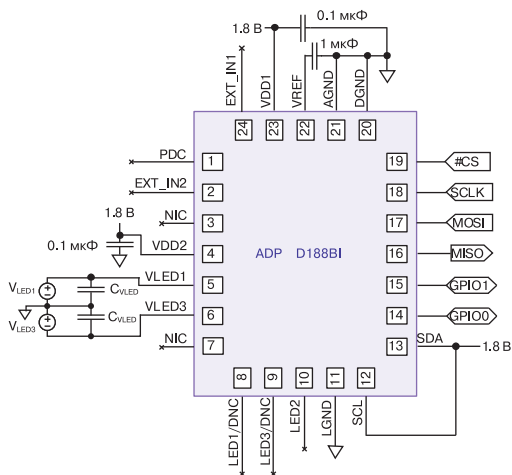


Рис. 7. Вариант схемы подключения модуля ADPD188BI

Цепь питания напряжением 1.8 В подключается к выводам VDD1 и VDD2. Источник напряжения, подключаемый к выводам VLEDx, должен обеспечивать пиковый ток светодиодов. Керамические шунтирующие конденсаторы емкостью 0.1 мкФ следует размещать как можно ближе к выводам VDD1 и VDD2, керамический конденсатор емкостью 1.0 мкФ – к выводу VREF.

Для достижения наилучших шумовых характеристик следует соединить выводы AGND, DGND и LGND и подключить их к цепи заземления с большой проводящей поверхностью.

Средний ток потребления от источника VLEDx при пиковом токе светодиода 100 мА, длительности импульса возбуждения светодиода 2 мкс и частоте выходных данных 1 Гц – не более 0.2 мкА при одном импульсе и не более 3.2 мкА при 16 импульсах.

Рабочие циклы

Полный рабочий цикл модуля состоит из двух выполняемых последовательно независимых циклов выборки А и В. В каждом цикле осуществляется возбуждение светодиода импульсным током, а также сбор и обработка данных. Настройка драйверов светодиодов, выбор режима работы фотометрического вычислителя и алгоритма обработки данных осуществляются независимо для каждого цикла выборки. Временные диаграммы циклов А и В приведены на рис. 8.

Длительность отдельных фаз в циклах выборки определяется из следующих выражений:

$$t_A \text{ (мкс)} = 25 + n_A \times 19,$$

где, n_A – количество импульсов через светодиод в цикле А (регистр 0x31, разряды [15:8]).

$$t_B \text{ (мкс)} = 25 + n_B \times 19,$$

где, n_B – количество импульсов в цикле В (регистр 0x36, разряды [15:8]).

Частота циклов выборки зависит от частоты тактового сигнала 32 кГц, который используется для тактирования операций конечного автомата. Максимальная частота выборки f_{SAMPLE_MAX} определяется из следующего выражения:

$$f_{SAMPLE_MAX} = 1 / (t_A + t_1 + t_B + t_2 + t_{SLEEP_MIN}),$$

где, t_{SLEEP_MIN} – минимально необходимое время ожидания между циклами, $t_1 = 68$ мкс (время обработки в цикле А), $t_2 = 20$ мкс (время обработки в цикле В), f_{SAMPLE} – частота выборки.

Если цикл не используется, его временные параметры не учитываются при расчете. Например, если

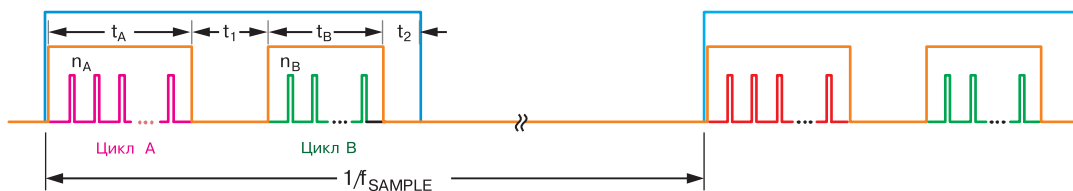


Рис. 8. Временные диаграммы циклов выборки А и В

цикл выборки А не используется, то значения параметров t_A и t_1 не суммируются, и в этом случае максимальная частота выборки рассчитывается следующим образом:

$$f_{SAMPLE_MAX} = 1/(t_B + t_2 + t_{SLEEP_MIN}).$$

Режимы работы

В течение каждого цикла выборки модуль работает в одном из трех режимов в соответствии с реализованным алгоритмом. Это режим:

- ожидания
- программирования
- выборки (измерения).

Режим ожидания – энергосберегающий режим, в котором сбор данных не происходит и сохраняется содержимое всех регистров управления.

Режим программирования используется для модификации содержимого регистров управления. Модифицировать регистры управления можно, только если модуль находится в режиме программирования. Ток потребления в этом режиме может быть больше, чем в режиме выборки.

В режиме выборки формируются импульсы тока через светодиоды и осуществляется сбор/обработка данных. Потребляемая мощность в этом режиме зависит от количества импульсов и скорости передачи данных.

Конфигурация входных каналов

Предусмотрено несколько вариантов конфигурации четырех входных каналов. Выходы встроенных фотодиодов могут быть подключены к каналу 3 и 4. Их суммарный сигнал может быть подключен к каналу 1. Сигналы со входов (EXT_IN1 и EXT_IN2), используемых для подключения внешних датчиков, могут быть подключены, соответственно, к каналу 1 и 2, или суммированы на входе канала 2.

Внешняя синхронизация цикла выборки

В модуле имеется возможность использования внешнего сигнала синхронизации для старта полного цикла выборки. Этот внешний сигнал синхронизации подключается к выводу GPIO0 или GPIO1. При использовании внешнего сигнала синхронизации его нарастающий фронт указывает на начало следующего цикла выборки. При запуске имеется задержка от одного до двух периодов тактового сигнала 32 кГц, после чего выполняется стандартная последовательность запуска, как и в случае без использования внешнего сигнала.

Использование внешнего тактового сигнала 32 кГц

В модуле предусмотрена возможность использования внешнего тактового сигнала частотой 32 кГц. Как правило, в тех случаях, когда необходима синхронизация с другими устройствами в системе или в ситуациях, когда требуется тактовый сигнал с большей стабильностью и меньшей погрешностью частоты, чем сигнал, генерируемый в модуле. Внешний тактовый сигнал можно подключать только к выводу GPIO1.

Возбуждение светодиода и выборка

В каждом цикле выборки драйвер формирует последовательность импульсов тока через светодиод. Амплитуда, длительность и количество импульсов программируются с использованием коммуникационного интерфейса. Фаза считывания сигнала фотодиода синхронизирована с импульсом через светодиод.

Таким образом, измеренное значение сигнала на выходе фотодиода – это его реакция на соответствующий отраженный световой импульс. Окружающее освещение за пределами временного интервала измерения не учитывается. Сигнал с выхода фотодиода, сформированный отраженным излучением, преобразуется в цифровой код с использованием 14-разрядного АЦП.

Результат каждого последующего преобразования в течение цикла выборки суммируется с предыдущим результатом. В каждом отдельном цикле выборки можно суммировать до 256 значений, причем максимальное значение ограничено 20 разрядами.

Усреднение выборок

В модуле реализована возможность накопления и усреднения данных выборок для увеличения разрешающей способности. В течение цикла выборки в аналогово-цифровом фотометрическом вычислителе можно суммировать до 256 значений данных, причем максимальное – ограничено 20 разрядами (рис. 9).

Увеличить разрядность (до 27) и, тем самым, разрешающую способность можно в результате усреднения выборок. Накопленные данные N выборок сохраняются в виде 27-разрядных значений и могут быть считаны непосредственно из 32-разрядных выходных регистров или FIFO-буфера в случае 32-разрядной конфигурации. Можно производить усреднение от 2, 4, 6, 16 до 128 выборок (кратно степени 2).

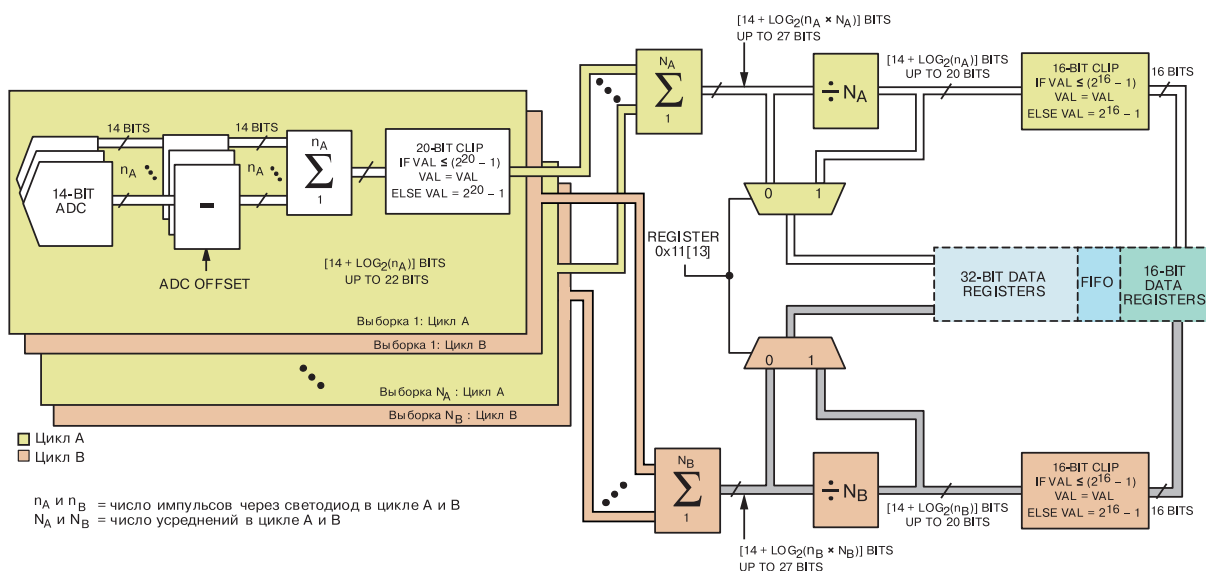


Рис. 9. Порядок обработки данных в фотометрическом вычислителе

Чтение данных

Данные считываются из регистров данных или буфера FIFO через коммуникационный интерфейс. Новые выходные данные доступны каждые N выборок, где задаваемый пользователем коэффициент усреднения N, по сути, – число выборок. Коэффициенты усреднения для рабочих циклов А и В настраиваются независимо друг от друга. Если коэффициенты одинаковы, оба цикла выборки можно сконфигурировать для сохранения полученных данных в FIFO. Если коэффициенты усреднения различаются, данные только одного цикла выборки можно сохранять в FIFO, а данные измерений, полученные в другом цикле, могут считываться из выходных регистров данных.

В модуле реализовано несколько вариантов для доступа к данным. В каждом рабочем цикле имеется возможность считывания данных как с использованием буфера FIFO, так и регистров данных. Считывание данных из любого источника можно выполнять как в режиме с прерываниями, так и в режиме программного опроса.

В модуле содержится буфер памяти типа FIFO объемом 128 байт, который можно сконфигурировать для сбора данных, поступающих в процессе измерения как в каждом, так и в обоих рабочих циклах. Содержимое регистра управления 0x11 определяет характеристики записываемых в буфер FIFO данных для каждого рабочего цикла.

Пакеты данных записываются в FIFO со скоростью поступления данных. Пакет данных для FIFO состоит из полного набора измеренных данных для

каждого активированного цикла выборки. Данные могут сохраняться в 16- и 32-разрядном формате. В каждом цикле выборки может накапливаться 2, 4, 8 или 16 байтов данных, в зависимости от режима и формата данных. Чтобы предотвратить повреждение пакетов, новые данные записываются в FIFO только при наличии достаточного объема памяти для сохранения полного пакета. Новые поступающие данные, при отсутствии необходимого свободного объема памяти, теряются. Чтобы гарантировать достоверность данных, из буфера всегда следует считывать полный пакет данных. Информация о числе байтов, загруженных в настоящий момент в FIFO, доступна в регистре 0x00 (биты [15:8]). В случае, когда произошла запись указанного объема данных в FIFO, автоматически генерируется прерывание.

Процедура считывания данных во всех режимах работы подробно описана в [2].

Тактовые сигналы и калибровка

Для работы модуля используются тактовые сигналы частотой 32 кГц и 32 МГц. Сигнал частотой 32 кГц определяет продолжительность цикла выборки, сигнал частотой 32 МГц используется для синхронизации встроенных устройств, таких как светодиоды, устройства сбора/обработки данных и пр. Оба тактовых сигнала формируются в модуле. Разброс частот этих сигналов для разных экземпляров составляет 10% (типичное значение). В модуле реализована возможность калибровки тактовых сигналов [2].

Оптимизация SNR/W

В модуле имеется возможность изменения множества параметров, для того чтобы пользователь в конечном счете смог достичь наилучшего результата. Одна из ключевых целей – получить в системе измерения наибольшее значение SNR при наименьшем энергопотреблении, т.е. оптимизировать отношение SNR/Ватт (SNR/W).

Выбор количества импульсов

После того, как пиковый ток светодиода и коэффициент усиления трансимпедансного усилителя (TIA) оптимизированы, чтобы повысить значение SNR, можно увеличить количество импульсов (n) через светодиод в цикле выборки. Значение SNR в этом случае увеличивается в \sqrt{n} . В общем случае суммарное число импульсов определяется содержанием соответствующих регистров управления (0x31 и 0x15). Наиболее оптимальное значение SNR/Ватт удастся получить при числе импульсов 16 или меньше [2]. При числе импульсов больше 16 уже не соблюдается зависимость \sqrt{n} SNR. Вместе с тем, эта зависимость сохраняется при усреднении данных измерения нескольких выборок, число которых определяется содержимым регистра 0x15.

Обратите внимание, при увеличении пикового тока через светодиод значение SNR увеличивается примерно прямо пропорционально мощности светодиода, тогда как увеличение количества импульсов в n раз приводит к увеличению SNR всего в \sqrt{n} .

Режим TIA ADC

Как следует из структуры модуля (рис. 5), блоки обработки INTEGRATOR и BPF можно "обойти", что позволяет реализовать т.н. режим TIA ADC, который ориентирован на использование в двух основных приложениях. В процессе измерения и обработки данных в обычном режиме выборки уровень фоновой подсветки не может быть измерен непосредственно. В режиме TIA ADC можно измерять уровень фоновый и/или окружающего освещения и кроме того, – токи утечки по входу.

Когда активируется режим TIA ADC, фильтр BPF и интегратор, по сути, отключаются. В этом случае выход TIA подключается непосредственно к АЦП. Предусмотрено два режима работы TIA ADC.

В первом – используется т.н. инверсная конфигурация, в которой TIA подключается непосредственно к АЦП. При увеличении тока фотодиода код на выходе АЦП постепенно уменьшается до нулевого значения (это, собственно, проявление режима

инверсной конфигурации).

Рекомендованный режим TIA ADC – это режим, в котором BPF игнорируется, а интегратор выполняет роль буфера (рис. 10). Если интегратор сконфигурирован в качестве буфера, имеется возможность использовать его с коэффициентом усиления равным 1 или 0.7.

Режим TIA ADC может использоваться в одном из циклов выборки (A или B), в то время как в другом цикле используется обычный цикл выборки. Такая

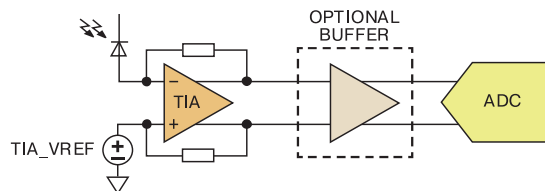


Рис. 10. Подключение узлов модуля в режиме TIA ADC

конфигурация полезна для одновременного мониторинга окружающего освещения и полезного сигнала. Сигнал, вызванный окружающим освещением, контролируется в течение цикла, активированного для работы в режиме TIA ADC, в то время как в обычном цикле выборки происходит подавление окружающего освещения.

Мониторинг насыщения усилителя TIA в обычном режиме выборки

Использование режима TIA ADC позволяет контролировать насыщение усилителя при воздействии окружающего освещения. При работе в условиях высокой освещенности, например, в случае использования бескамерного детектора дыма, усилитель TIA может входить в режим насыщения. При большом уровне тока на выходе фотодиода происходит насыщение усилителя и, соответственно, искажение формы его выходного сигнала, что приводит к нарушению синхронизации работы аналогового блока и неправильной работе интегратора, и, как результат, например, к уменьшению выходного сигнала при увеличении эффективного излучения светодиода.

Контроль паразитных сопротивлений

В процессе монтажа модуля из-за ошибок при сборке или загрязнении печатной платы могут образовываться подключенные ко входам дополнительные нежелательные цепи для протекания тока. В простейшей эквивалентной схеме замещения та-

кие цепи заменяются паразитными сопротивлениями. Для мониторинга описанных дефектов также можно использовать режим TIA ADC.

Использование входов EXT_IN 1 и EXT_IN 2 с источниками напряжения

Модуль можно использовать для ввода сигналов от датчиков, которые представляют собой источник напряжения. Сигнал на входах EXT_IN 1 и EXT_IN 2 может быть измерен как в обычном режиме выборки, так и в режиме TIA ADC. Входной ток при подключении источника V_{IN} (рис. 11) можно определить из простого выражения.

$$\text{Входной ток} = (V_{IN} - TIA_VREF) / (R_S + R_{IN}).$$

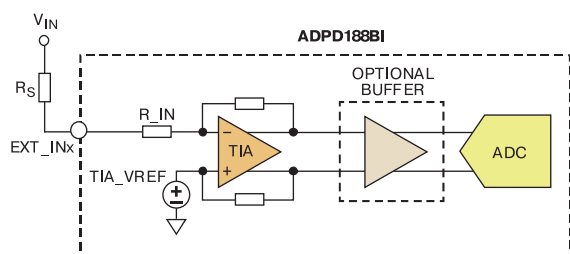


Рис. 11. Подключение внешнего датчика устройств в режиме TIA ADC

Плавающий режим

В модуле реализован уникальный режим работы, т.н. плавающий режим, использование которого позволяет обеспечить приемлемое значение SNR при низкой потребляемой мощности и слабом сигнале. В плавающем режиме происходит предварительная первоначальная установка режима работы фотодиода и усилителя TIA, а затем анод фотодиода отсоединяется от приемного тракта на длительность предварительно заданного интервала, в течение которого на фотодиод воздействует либо окружающее освещение, либо отраженное импульсное излучение светодиода, либо их комбинация в зависимости от режима работы. Аккумулированный электрический заряд сохраняется непосредственно на емкости фотодатчика. После завершения интервала накопления заряда фотодиод подключается к тракту приема, и на выходе усилителя формируется скачкообразное изменение сигнала, который поступает на вход интегратора. Процесс аккумуляции заряда на емкости фотодиода продолжается столько времени, сколько требуется для получения максимального заряда, а при этом шум, добавляемый усилительным трактом, не изменяется.

Для каждого конкретного измерения шумы усилителя и АЦП – постоянны. Для оптимального значения SNR желательно в процессе измерения получить сигнал (заряд) большого уровня. В обычном режиме выборки, поскольку время импульса фиксировано, заряд в процессе измерения может быть увеличен только путем увеличения амплитуды импульсного тока через светодиод. При большом отраженном сигнале этого достаточно, при слабом – существует ограничение на величину возбуждающего тока. Кроме того, при большом импульсном токе в некоторых системах могут возникать помехи. Синие светодиоды имеют низкую эффективность при больших токах и далеко не всегда применяемые элементы питания могут обеспечить большой импульсный ток. В плавающем режиме пользователь может увеличивать величину заряда в процессе измерения, либо повышая ток возбуждения светодиода, либо увеличивая продолжительность интервала накопления заряда, что особенно полезно при низком коэффициенте передачи тока (Current Transfer Ratio – CTR), например, 10 нА/мА. В случае обычного режима выборки требуется несколько импульсов для достижения приемлемого значения SNR.

В плавающем режиме фильтр BPF не используется, а используются только усилитель TIA и интегратор. В обычном режиме выборки профиль импульса известен (обычно 2 или 3 мкс) и является постоянным для всех устройств и условий. Профиль отклика на выходе BPF-фильтра также предсказуем, что позволяет синхронизировать работу интегратора с моментами перехода отфильтрованного сигнала через нуль. В плавающем режиме профиль сигнала, создаваемого в процессе разрядки емкости фотодиода, может отличаться в зависимости от устройства и условий. Отфильтрованный сигнал не может быть надежно синхронизирован, поэтому BPF не используется. В плавающем режиме, благодаря использованию интегратора компенсируются любые смещения в усилительном тракте, а весь заряд интегрируется с инвертированием результата.

На рис. 12 приведена временная диаграмма цикла измерения в плавающей режиме, а также наиболее важные контрольные точки [2].

Ограничения в плавающем режиме

При использовании плавающего режима должны быть хорошо понятны существующие ограничения. Например, ограничение величины заряда, который может накапливаться на емкости датчика, и также ограничение на максимальную величину за-

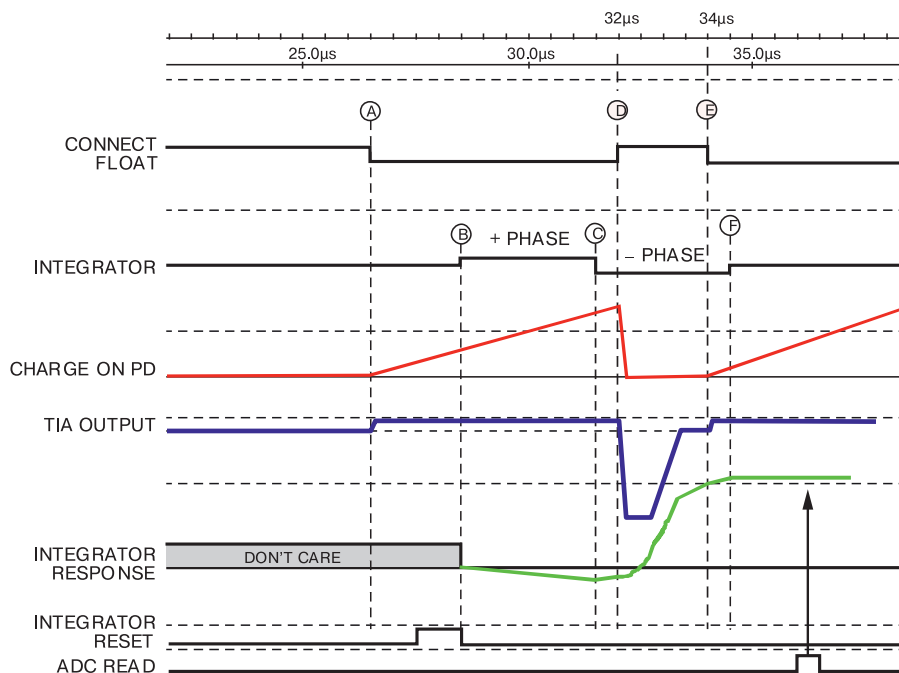


Рис. 12. Временные диаграммы сигналов цикла измерения в плавающей режиме

ряда на входе интегратора. Если напряжение начального обратного смещения фотодиода составляет 250 мВ и нелинейность фотодиода начинает проявляться при напряжении прямого смещения 200 мВ, то в таком случае запас по напряжению на аноде – 450 мВ (200 + 250). Напряжение, формируемое на емкости датчика в процессе зарядки, не должно превышать величину запаса по напряжению. В таком случае, при работе на линейном участке характеристики датчика не проявляется нелинейность датчика и измеряемые данные не искажаются.

Максимальный электрический заряд на емкости фотодиода при соблюдении условия, что процесс зарядки осуществляется на линейном участке характеристики датчика, определяется из простого выражения:

$$Q = CV,$$

где, Q – электрический заряд, C – емкость фотодиода, V – запас по напряжению.

Для типичного случая использования дискретного фотодиода с площадью поверхности 7 мм² и емкостью 70 пФ, при условии, что запас по напряжению – 450 мВ, максимально допустимый заряд на емкости фотодиода – 31.5 пКл.

Максимальная величина заряда на входе интегратора – 7.6 пКл, при этом в процессе измерения необходимо принимать во внимание коэффициент

усиления ТИА. В конечном счете, продолжительность интервала накопления заряда определяется емкостью фотодиода, коэффициентом передачи тока и видом выполняемых.

Плавающий режим для измерения уровня окружающего освещения

Плавающий режим используется для измерения окружающего освещения при небольшом уровне фонового освещения. Для измерения освещения с более высокой интенсивностью используется режим ТИА ADC. При измерении небольшого уровня освещения, в процессе которого необходимо аккумулировать достаточно большой заряд по сравнению с уровнем шума системы, требуется вполне адекватный временной интервал. Источником света может быть, к примеру, светодиод, фоновое освещение или любая их комбинация. Если отсутствует излучаемый системой источник света, то в этом случае измеряется только фоновое освещение.

Чтобы компенсировать дрейф и смещение, вызванные приемным трактом, необходимо выполнить два измерения. Продолжительность первого интервала измерения должна быть значительно меньше чем второго. При вычитании результата первого измерения из второго, уничтожаются любые общие для обоих измерений составляющие (смещение и дрейф). Результат пропорционален уровню окружающей освещенности и базируется на

величине заряда, который был аккумулирован за время, которое является разницей между продолжительностью первого и второго интервала измерения.

Плавающий режим для измерения уровня отраженного излучения светодиода

В плавающем режиме величина генерируемого фототока определяется уровнями окружающего освещения и импульсного излучения светодиода. Использовать плавающий режим для измерения уровня отраженного излучения светодиода рекомендуется в условиях слабого сигнала, когда коэффициент передачи тока меньше 10 нА/мА. В плавающем режиме может происходить длительное накопление заряда без добавления шума усилительного тракта, что позволяет добиться максимально возможного значения SNR. Как и в плавающем режиме, при измерении уровня окружающего освещения, при измерении уровня отраженного излучения светодиода также происходит компенсация смещения и дрейфа усилительного тракта. Однако, в этом случае из результата измерения необходимо также исключить составляющую, зависящую от окружающего освещения, т.к., в конечном счете, представляет интерес только уровень отраженного излучения. Для этого используется четное число интервалов измерения одинаковой длительности. Для каждой пары интервалов измерения светодиод излучает в одном из интервалов и не излучает в другом. В первом случае результат измерения определяется уровнем отраженного излучения светодиода, уровнем окружающего освещения и величиной смещения. Во-втором – только уровнем смещения и окружающего освещения. После выполнения операции вычитания данных, полученных при измерениях, в конечном результате отсутствуют состав-

ляющие, связанные с окружающим освещением, а также смещением и дрейфом.

Для ознакомления с возможностями оптического модуля ADPD188BI компания Analog Devices предлагает использовать оценочную плату детектора дыма EVAL ADPD188BI и плату управления EVAL-ADPDUCZ. (рис. 13).

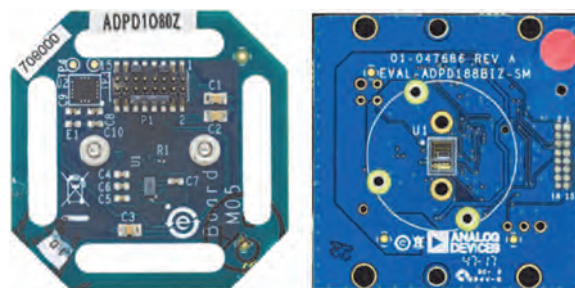


Рис. 13. Применение составного усилителя в качестве драйвера ЦАП

Дополнительную информацию об оптическом модуле ADPD188BI компании Analog Devices можно найти в сети Интернет по адресу www.analog.com или в фирме VD MAIS – официальном дистрибьюторе Analog Devices в Украине.

ЛИТЕРАТУРА

1. By Christoph Kammerer. Smoke Alarm System 2.0.
2. ADPD188BI. Integrated optical module for smoke detection.
3. Smoke Testing with the ADPD188BI Optical Smoke and Aerosol Detection Module. AN-1567. Application note.
4. Макаренко В. Оптико-электронный бескамерный датчик дыма от Analog Devices // CHIP NEWS Украина, #8 (178), октябрь, 2018.

VD MAIS
Контрактное производство электроники
 (по стандарту IPC-A-610)

- автоматизированный монтаж SMD-компонентов (до 2,5 млн в сутки)
- автоматизированная селективная пайка компонентов, монтируемых в отверстия
- монтаж прототипов печатных плат
- 100% автоматический оптический контроль качества монтажа
- изготовление опытных образцов изделий
- мелко- и крупносерийное производство
- 10-летний опыт контрактного производства
- гарантия качества

Сертификация на соответствие требованиям стандартов ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, IATF 16949:2016 и ISO 13485:2016

Цены – оптимальные.

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
 тел.: (0-44) 201-0202, 492-8852, факс: (0-44) 202-1110
 e-mail: info@vdmals.ua, www.vdmals.ua

VD MAIS
Электромеханические компоненты и компоненты систем автоматизации

- Низковольтная коммутационная аппаратура
- Программируемые промышленные контроллеры и компьютеры, ПО
- Шкафы - Крейты - Соединители - Корпуса
- Вентиляторы - Инструмент - Кабельная продукция - СКС - Системы маркировки

Дистрибуция и прямые поставки:
 Acme-Portable, AMP Netconnect, Belden, Voipa, Eaton, EBM-Papst, HARTING, Hoffman, Kroy, Lapp Group, Molex, Phoenix Contact, Rittal, Schroff, Siemens, TE Connectivity, TKD, Wago

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
 тел.: (0-44) 201-0202, 492-8852, факс: (0-44) 202-1110
 e-mail: info@vdmals.ua, www.vdmals.ua

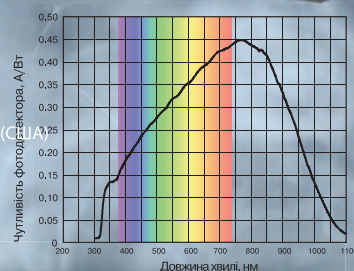
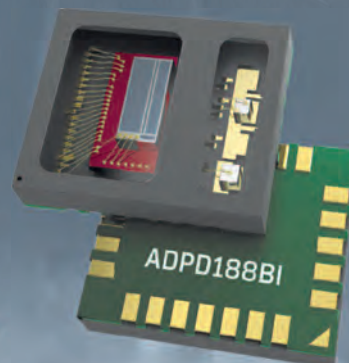


AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

- высокая чувствительность благодаря анализу наличия дыма или аэрозоля в двух диапазонах волн
- высокая устойчивость к слепящему действию осветительных приборов
- три встроенных драйвера светодиодов с выходным током до 370 мА
- сила света синего светодиода при токе 20 мА не менее 550 мкд (не более 700 мкд)
- излучаемая инфракрасным светодиодом мощность при токе 100 мА не менее 33 мВт
- 20-разрядный аккумулятор для хранения результатов измерений, 20 бит на каждый отсчет сигнала
- 27-разрядный аккумулятор для пересылки данных отсчетов
- напряжение источников питания: VDD = 1.8 В, VLED1 = 5 В, VLED2 = 3.3 В
- пиковое значение тока потребления от источника VDD не более 4.5 мА
- ток потребления в «спящем» режиме не более 0.3 мкА
- средний ток при пиковом токе светодиода 100 мА и продолжительности импульса возбуждения светодиода 2 мкс не более 3.2 мкА
- габаритные размеры 3.8×5×0.9 мм
- корпус LGA_CAV-24.

Соответствует требованиям по чувствительности стандартам компании Underwriters Laboratories Inc. (UL-217 (стандарт по системам дымовой пожарной сигнализации) и UL-268 (детекторы дыма для систем пожарной сигнализации), а также европейским стандартам EN-54 часть 7 (дымовые извещатели – точечные извещатели, в которых используется рассеянный или преломленный свет) и EN14604 (пожарные извещатели дыма).

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ, БЕСКАМЕРНЫЙ ДАТЧИК ДЫМА



VD MAIS – официальный дистрибьютор компании Analog Devices в Украине

тел.: (044) 201-0202, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (062) 385-4947, (032) 245-5478, (048) 734-1954, (095) 274-6897, info@vdmairs.ua, www.vdmairs.ua

ОФИСНЫЙ ЦЕНТР VD MAIS

Если Вам необходимо провести семинар, тренинг или презентацию, добро пожаловать в офисный центр НПФ VD MAIS!

К Вашим услугам современный конференц-зал площадью 300 кв.м, рассчитанный на 250 мест, который идеально подходит для проведения тренингов, семинаров и конференций.

Для ведения деловых встреч имеются комнаты для переговоров. Офисный центр расположен в живописном парке "Отрадный". Зал оборудован мультимедийным проектором, микрофоном, LCD-монитором, компьютером, удобной мебелью, системой кондиционирования и гардеробной. Возможна организация "кофе-паузы", а также обедов в ресторане "VD Restaurant Park".



Обращаться по адресу: г. Киев, ул. М. Донца 6
 info@vdmairs.ua
 тел.: (044) 201-0202 (внутр. 1329, 1328)
 факс: 202-1110
 Контактное лицо: Пацев Андрей Викторович

VD MAIS
 The Professional Choice