<https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=113339>

**Использование датчика тока ACS712. Часть 1 - Теория**

10-11-2012

[**Allegro**](https://www.rlocman.ru/shem/search.html?fr=Allegro)**ACS712**

Измерение и контроль протекающего тока являются принципиальным требованием для широкого круга приложений, включая схемы защиты от перегрузки по току, зарядные устройства, импульсные источники питания, программируемые источники тока и пр. Один из простейших методов измерения тока –использование резистора с малым сопротивлением, – шунта между нагрузкой и общим проводом, падение напряжения на котором пропорционально протекающему току. Несмотря на то, что данный метод очень прост в реализации, точность измерений оставляет желать лучшего, т.к. сопротивление шунта зависит от температуры, которая не является постоянной. Кроме того, такой метод не позволяет организовать гальваническую развязку между нагрузкой и измерителем тока, что очень важно в приложениях, где нагрузка питается высоким напряжением.

|  |  |
| --- | --- |
| Датчик тока Allegro ACS712 | |
| *Рисунок 1.* | ***Модуль датчика тока ACS712.*** |

Основные недостатки измерения тока с помощью резистивного шунта:

* нагрузка не имеет прямой связи с «землей»;
* нелинейность измерений, обусловленная температурным дрейфом сопротивления резистора;
* отсутствие гальванической развязки между нагрузкой и схемой измерения.

В статье мы рассмотрим экономичный и прецизионный интегральный датчик тока [Allegro](https://www.rlocman.ru/cat/site.html?di=28575" \t "_blank) [ACS712](https://www.datasheet.ru/search.html?cx=005338834574777012439%3Aqye0jsmt8tw&cof=FORID%3A11&q=ACS712&ie=windows-1251&oe=windows-1251&sa=+%CF%EE%E8%F1%EA+), принцип его работы, основанный на эффекте Холла, характеристики и способ подключения к микроконтроллеру для измерения постоянного тока. Статья разделена на две части: первая посвящена устройству и характеристикам датчика, вторая – интерфейсу с микроконтроллером и работе с датчиком.

Датчик тока ACS712 основан на принципе, открытом в 1879 году Эдвином Холлом (Edwin Hall), и названным его именем. Эффект Холла состоит в следующем: если проводник с током помещен в магнитное поле, то на его краях возникает ЭДС, направленная перпендикулярно, как к направлению тока, так и к направлению магнитного поля. Эффект иллюстрируется Рисунком 2. Через тонкую пластину полупроводникового материала, называемую элементом Холла, протекает ток I. При наличии магнитного поля на движущиеся носители заряда (электроны) действует сила Лоренца, искривляющая траекторию движения электронов, что приводит к перераспределению объемных зарядов в элементе Холла. Вследствие этого на краях пластины, параллельных направлению протекания тока, возникает ЭДС, называемая ЭДС Холла. Эта ЭДС пропорциональна векторному произведению индукции B на плотность тока I и имеет типовое значение порядка нескольких микровольт.

|  |  |
| --- | --- |
| Эффект Холла | |
| *Рисунок 2.* | ***Эффект Холла.*** |

Микросхема ACS712 выпускается в миниатюрном 8-выводном корпусе SOIC для поверхностного монтажа (Рисунок 3). Она состоит из прецизионного линейного датчика Холла с малым напряжением смещения и медного проводника, проходящего у поверхности чипа и выполняющего роль сигнального пути для тока (Рисунок 4). Протекающий через этот проводник ток, создает магнитное поле, воспринимаемое встроенным в кристалл элементом Холла. Сила магнитного поля линейно зависит от проходящего тока. Встроенный формирователь сигнала фильтрует создаваемое чувствительным элементом напряжение и усиливает его до уровня, который может быть измерен с помощью АЦП микроконтроллера.

|  |  |
| --- | --- |
| Микросхема ACS712 в корпусе SOIC | |
| *Рисунок 3.* | ***Микросхема ACS712 в корпусе SOIC.*** |

|  |  |
| --- | --- |
| Внутренняя конструкция датчика тока ACS712 | |
| *Рисунок 4.* | ***Внутренняя конструкция датчика тока ACS712. Виден U-образный медный проводник проходящий вокруг элемента Холла.*** |

На Рисунке 5 показано расположение выводов ACS712 и типовая схема его включения. Выводы 1, 2 и 3,4 образуют проводящий путь для измеряемого тока с внутренним сопротивлением порядка 1.2 мОм, что определяет очень малые потери мощности. Его толщина выбрана такой, чтобы прибор выдерживал силу тока в пять раз превышающую максимально допустимое значение. Контакты силового проводника электрически изолированы от выводов датчика (выводы 5 – 8). Расчетная прочность изоляции составляет 2.1 кВ с.к.з.

|  |  |
| --- | --- |
| Расположение выводов интегрального датчика ACS712 и типовая схема включения | |
| *Рисунок 5.* | ***Расположение выводов интегрального датчика ACS712 и типовая схема включения.*** |

В низкочастотных приложениях часто требуется включить на выходе устройства простой RC фильтр, чтобы улучшить отношение сигнал-шум. ACS712 содержит внутренний резистор RF, соединяющий выход встроенного усилителя сигнала со входом выходной буферной схемы (см. Рисунок 6). Один из выводов резистора доступен на выводе 6 микросхемы, к которому подключается внешний конденсатор CF. Следует отметить, что использование конденсатора фильтра приводит к увеличению времени нарастания выходного сигнала датчика и, следовательно, ограничивает полосу пропускания входного сигнала. Максимальная полоса пропускания составляет 80 кГц при емкости фильтрующего конденсатора равной нулю. С ростом емкости CF полоса пропускания уменьшается. Для снижения уровеня шума при номинальных условиях рекомендуется устанавливать конденсатор CF емкостью 1 нФ.

|  |  |
| --- | --- |
| [Функциональная схема датчика тока ACS712](https://www.rlocman.ru/i/Image/2012/11/12/Fig_6_Rus.gif) | |
| *Рисунок 6.* | ***Функциональная схема датчика тока ACS712.*** |

**Чувствительность и выходное напряжение ACS712**

Выходное напряжение датчика пропорционально току, протекающему через проводящий путь (от выводов 1 и 2 к выводам 3 и 4). Выпускается три варианта токового датчика для разных диапазонов измерения:

* ±5 А (ACS712-05B),
* ±20 А (ACS712-20B),
* ±30 А (ACS712-30A)

Соответствующие уровни чувствительности составляют 185 мВ/А, 100 мА/В и 66 мВ/A. При нулевом токе, протекающем через датчик, выходное напряжение равно половине напряжения питания (Vcc/2). Необходимо заметить, что выходное напряжение при нулевом токе и чувствительность ACS712 пропорциональны напряжению питания. Это особенно полезно при использовании датчика совместно с АЦП.

Точность любого АЦП зависит от стабильности источника опорного напряжения. В большинстве схем на микроконтроллерах в качестве опорного используется напряжение питания. Поэтому при нестабильном напряжении питания измерения не могут быть точными. Однако если опорным напряжением АЦП сделать напряжение питания датчика ACS712, его выходное напряжение будет компенсировать любые ошибки аналого-цифрового преобразования, обусловленные флуктуациями опорного напряжения.

Рассмотрим эту ситуацию на конкретном примере. Допустим, что для опорного напряжения АЦП и питания датчика ACS712 используется общий источник Vcc = 5.0 В. При нулевом токе через датчик его выходное напряжение составит Vcc/2 = 2.5 В. Если АЦП 10-разрядный (0…1023), то преобразованному выходному напряжению датчика будет соответствовать число 512. Теперь предположим, что вследствие дрейфа напряжение источника питания установилось на уровне 4.5 В. Соответственно, на выходе датчика будет 4.5 В/2 = 2.25 В, но результатом преобразования, все равно, будет число 512, так как опорное напряжение АЦП тоже снизилось до 4.5 В. Точно также, и чувствительность датчика снизится в 4.5/5 = 0.9 раз, составив 166.5 мВ/А вместо 185 мВ/А. Как видите, любые колебания опорного напряжения не будут источником ошибок при аналого-цифровом преобразовании выходного напряжения датчика ACS712.

На Рисунке 7 представлены номинальные передаточные характеристики датчика ACS712-05B при напряжении питания 5.0 В. Дрейф выходного напряжения в рабочем диапазоне температур минимален благодаря инновационной технологии стабилизации.

|  |  |
| --- | --- |
| Зависимость выходного напряжения ACS712-05B от измеряемого тока | |
| *Рисунок 7.* | ***Зависимость выходного напряжения ACS712-05B от измеряемого тока при напряжении питания 5.0 В и различных рабочих температурах.*** |

<https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=113437>

**Использование датчика тока ACS712. Часть 2 - Подключение датчика к микроконтроллеру и работа с ним**

10-11-2012

[**Allegro**](https://www.rlocman.ru/shem/search.html?fr=Allegro)**ACS712**

Часть 1 - [Теория](https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=113339)

**Подключение датчика тока к микроконтроллеру**

Ознакомившись с основами теории, мы можем переходить к вопросу считывания, преобразования и визуализации данных. Другими словами, мы спроектируем простой измеритель постоянного тока.

Аналоговый выход датчика подключается к одному из каналов АЦП микроконтроллера. Все необходимые преобразования и вычисления реализуются в программе микроконтроллера. Для отображения данных используется 2-строчный символьный ЖК индикатор.

**Экспериментальная схема**

Для экспериментов с датчиком тока необходимо собрать конструкцию согласно схеме, приведенной на Рисунке 8. Автор использовал для этого макетную плату и модуль на базе микроконтроллера (Рисунок 9).

Модуль датчика тока ACS712-05B можно приобрести готовый (на eBay он продается совсем недорого), или изготовить самостоятельно. Емкость конденсатора фильтра выбрана равной 1 нФ, по питанию установлен блокировочный конденсатор 0.1 мкФ. Для индикации включения питания припаян светодиод с гасящим резистором. Питание и выходной сигнал датчика подведены на разъем с одной стороны платы модуля, 2-контактный разъем для измерения протекающего тока расположен с противоположной стороны.

|  |  |
| --- | --- |
| Схема подключения модуля датчика ACS712 и ЖК индикатора к микроконтроллеру | |
| *Рисунок 8.* | ***Схема подключения модуля датчика ACS712 и ЖК индикатора к микроконтроллеру.*** |

|  |  |
| --- | --- |
| Макетная плата для экспериментов с датчиком тока ACS712 | |
| *Рисунок 9.* | ***Макетная и отладочная платы для проведения экспериментов.*** |

Для экспериментов по измерению тока регулируемый источник постоянного напряжения подключим к токоизмерительным выводам датчика через последовательный резистор 2.7 Ом / 2 Вт. Выход датчика подключен к порту RA0/AN0 (вывод 17) микроконтроллера. Двухстрочный символьный ЖК индикатор подключен к порту B микроконтроллера и работает в 4-битном режиме.

Микроконтроллер питается напряжением +5 В, это же напряжение используется в качестве опорного для АЦП. Необходимые вычисления и преобразования реализуются в программе микроконтроллера.

Математические выражения, используемые в процессе преобразования, приведены ниже.

Чувствительность датчика тока Sens = 0.185 В/А. При питании Vcc = 5 В и опорном напряжении Vref = 5 В расчетные соотношения будут следующими:

Выходной код АЦП

Изображение выглядит как Шрифт, текст, белый, символ

Автоматически созданное описание

где

Изображение выглядит как Шрифт, текст, белый, символ

Автоматически созданное описание

Следовательно

Изображение выглядит как Шрифт, текст, линия, белый

Автоматически созданное описание

В итоге формула для вычисления тока получается следующей:



Важное замечание. Представленные выше соотношения основаны на предположении, что напряжение питания и опорное напряжение для АЦП равны 5 В. Однако последнее выражение, связывающее ток I и выходной код АЦП Count, сохраняет силу даже при флуктуациях напряжения источника питания. Об этом шла речь в теоретической части описания.

Из последнего выражения видно, что разрешение датчика по току составляет 26.4 мА, чему соответствуют 513 отсчетов АЦП, что на один отсчет превышает ожидаемый результат. Таким образом, мы можем заключить, что данная реализация не позволяет измерять малые токи. Для увеличения разрешения и повышения чувствительности при измерении малых токов потребуется использование операционного усилителя. Пример такой схемы показан на Рисунке 10.

|  |  |
| --- | --- |
| Схема модуля датчика ACS712 для измерения малых токов | |
| *Рисунок 10.* | ***Схема модуля датчика ACS712 для измерения малых токов.*** |

**Программа микроконтроллера**

Программа микроконтроллера PIC16F1847 написана на языке Си и скомпилирована в среде mikroC Pro (mikroElektronika). Результаты измерений отображаются на двухстрочном ЖК индикаторе с точностью до двух десятичных знаков.

**Выход**

При нулевом входном токе выходное напряжение датчика ACS712 в идеальном случае должно быть строго Vcc/2, т.е. с АЦП должно быть считано число 512. Дрейф выходного напряжения датчика на 4.9 мВ вызывает смещение результата преобразования на 1 младший разряд АЦП (Рисунок 11). (Для Vref = 5.0 В, разрешение 10-битного АЦП будет 5/1024= 4.9 мВ), что соответствует 26 мА входного тока. Заметим, что для уменьшения влияния флуктуаций желательно производить несколько измерений, и затем усреднять их результаты.

|  |  |
| --- | --- |
| Смещение 20 мА при нулевом токе через датчик ACS712 | |
| *Рисунок 11.* | ***Смещение 20 мА при нулевом токе через датчик ACS712.*** |

Если выходное напряжение регулируемого источника питания установить равным 1 В, через резистор должен протекать ток порядка 370 мА. Измеренное значение тока в эксперименте – 390 мА, что превышает правильный результат на одну единицу младшего разряда АЦП (Рисунок 12).

|  |  |
| --- | --- |
| Показания индикатора при измерении тока 370 мА | |
| *Рисунок 12.* | ***Показания индикатора при измерении тока 370 мА.*** |

При напряжении 2 В индикатор покажет 760 мА.

На этом мы завершим обсуждение датчика тока ACS712. Однако мы не коснулись еще одного вопроса. Как с помощью этого датчика измерять переменный ток? Имейте в виду, что датчик обеспечивает мгновенный отклик, соответствующий току, протекающему через измерительные выводы. Если ток течет в положительном направлении (от выводов 1 и 2 к выводам 3 и 4), чувствительность датчика положительная, и выходное напряжение больше Vcc/2. Если же ток меняет направление, чувствительность будет отрицательной, и выходное напряжение датчика опустится ниже уровня Vcc/2. Это означает, что при измерении переменного сигнала АЦП микроконтроллера должен делать выборки достаточно быстро, чтобы иметь возможность вычислять среднеквадратичное значение тока.

**Загрузки**

Исходный код программы микроконтроллера и файл для прошивки - [скачать](https://www.rlocman.ru/i/File/2012/02/28/ACS712-05.zip)

*Перевод: Vadim по заказу [РадиоЛоцман](https://www.rlocman.ru/" \t "_blank)*

На английском языке: [A brief overview of Allegro ACS712 current sensor. Part 2 - Interface the sensor with a PIC microcontroller](https://www.radiolocman.com/shem/schematics.html?di=113437)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Фрагменты обсуждения: | [Полный вариант обсуждения »](https://www.rlocman.ru/forum/showthread.php?t=22392) |

* В статье вы говорите о возможном 5-кратном превышении максимального тока через ACS712. И это через корпус SO8? Возьмем модификацию на 30А, умножим на 5 получим 150А. К примеру, ограничение максимального тока у транзисторов IFRP3205 ТО247 обусловлено сечением выводов и составляет 100А на корпус(и это при скважности 50%), а сечение выводов корпуса ТО247 больше пары выводов SO8? А ACS712 измеряет постоянный ток, где скважность, по сути, 100%. Если я не прав, то где подвох?
* Подвох в том, что превышение рабочего тока - аварийный режим. Макс.импульс не должен быть более 100А 0.1с. Но медь выдержит импульс Ip\*5 (т.е. до 150А без разрушения, на 30А-версии), который должна пресечь защита схемы.
* Один существенный недостаток датчика тока — это нулевое значение тока в точке половины питания. Если использовать процессор на 5В опорного, то тогда на нулевую точку не влияет изменение напряжения питания (напряжение питания датчика тоже должно быть от того же источника). Если Vref процессора на 3,3В то точность значительно уменьшается в зависимости от изменения напряжения питания.
* Как-то я пропустил 20А через два кд212. Они не сгорели, но от перегрева отпаялись и выпали из платы. Из оргстекла на столе еле их выковырял - вплавились. Блок был самодельный, 213-х не было, а испытать хотелось. Ушёл блок в защиту по чрезмерному открытию ключа. Здесь, боюсь, всё просто сплавится.
* Все мы когда-то ошибались. Но сейчас поумнели и не будем датчики тока таким образом испытывать, а сначала почитаем мануал. :)
* Пояснения по поводу регулировок на рисунке 10 нужно как то перефразировать.. на схеме нарисованы переменные резисторы (R3, R4) - и что значит "вращение по часовой\против часовой стрелки" применительно к схеме ?! либо вообще убрать эти пояснения, либо изменить Кстати насколько корректно использовать внешний ОУ при измерении малых токов ? может быть лучше взять элемент на меньший ток ? А вообще обе части статьи понравились, спасибо автору !

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| [[ACS712 Купить Цена](https://www.rlocman.ru/comp/shop.html?q=ACS712)Купить **ACS712** на РадиоЛоцман.Цены](https://www.rlocman.ru/comp/shop.html?q=ACS712) — от **150** до **345** ₽  **18** предложений от **12** поставщиков  Данный датчик работает с постоянным и переменным током.ACS712 датчик построен на эффекте Холла и имеет линейную зависимость измеряемого тока и выходного... | | | |
| Десси Россия | Датчик тока 30 Ампер ACS712 | **150 ₽** | Купить |
| ЭК ЗИП Россия | ACS712ELCTR-30A-T Allegro | **от 169 ₽** | Купить |
| LifeElectronics Россия | ACS712\_07 Allegro | **по запросу** | Купить |
| TradeElectronics Россия | ACS712\_V13 Allegro | **по запросу** | Купить |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Десси Россия | Датчик тока 30 Ампер ACS712 | **150 ₽** | Купить |
| ЭК ЗИП Россия | ACS712ELCTR-30A-T Allegro | **от 169 ₽** | Купить |
| Элитан Россия | ACS712-20A | **288 ₽** | Купить |
| Стандарт СИЗ Россия | CSA-1VG,PBF м/с датчика тока прогр 5В -75/+75 Гаусс аналог ACS712,ACS7 | **345 ₽** | Купить |