

Прототип многоканального цифрового амперметра

А.В. Савчиц, А.Ф. Торрес Лабрада

Волжский политехнический институт

Аннотация: В данной статье будет рассмотрен прототип многоканального цифрового амперметра. Представлена структурная схема и алгоритм работы программы для микроконтроллера.

Ключевые слова: амперметр, цифровой амперметр, многоканальный цифровой амперметр, прототип амперметра, датчик Холла, эффект Холла.

Введение

В настоящее время на производстве используются аналоговые и цифровые амперметры. Аналоговые амперметры используются для местного отображения измеряемых токов, без дистанционной передачи данных. Цифровые, в свою очередь, позволяют дистанционную передачу данных. В качестве первичных преобразователей используются [1, 2]:

- измерительный шунт;
- измерительный трансформатор тока;
- датчики тока, основанные на эффекте Холла.

Измерительный шунт - самый простой и самый точный способ измерения тока. Как известно, при протекании тока через активное сопротивление, на нем происходит падение напряжения, пропорциональное измеряемому току [3, 4].

Измерительный трансформатор тока - представляет собой трансформатор, первичная обмотка которого подключается к источнику тока, а вторичная замыкается на измерительные приборы или устройства защитной автоматики. Трансформаторы тока используются для измерения токов в силовых цепях, зачастую с высоким потенциалом [2, 5].

Эффект Холла – явление возникновения разности потенциалов на краях поперечного сечения проводника с протекающим в нем током, наблюдающееся при помещении этого проводника в магнитное поле. Открыт

в 1879 г. американским физиком Эдвином Г. Холлом в тонких пластинках золота. Эффект основан на отклонении траектории движения носителей заряда от прямолинейной за счет воздействия на них силы Лоренца: в результате такого движения заряженных частиц у одной боковой грани проводника скапливаются положительно заряженные частицы, а у противоположной грани – отрицательно заряженные и возникает разность потенциалов, которую называют Холловским напряжением [4, 6].

В качестве датчика тока, для прототипа, будет использоваться датчик Холла. Он позволяет измерять одновременно измерять как переменный, так и постоянный токи.

Основная часть

Разработан прототип универсального многоканального цифрового амперметра на эффекте Холла. Данный прототип может одновременно мерить как переменный, так и постоянный ток, не переключая при этом датчики тока.

Разработан алгоритм универсального измерения силы тока, с настройкой каждого канала прототипа вручную, в зависимости от режима измерения.

Разработано программное обеспечение для работы прототипа по 3 измерительным каналам [7, 8].

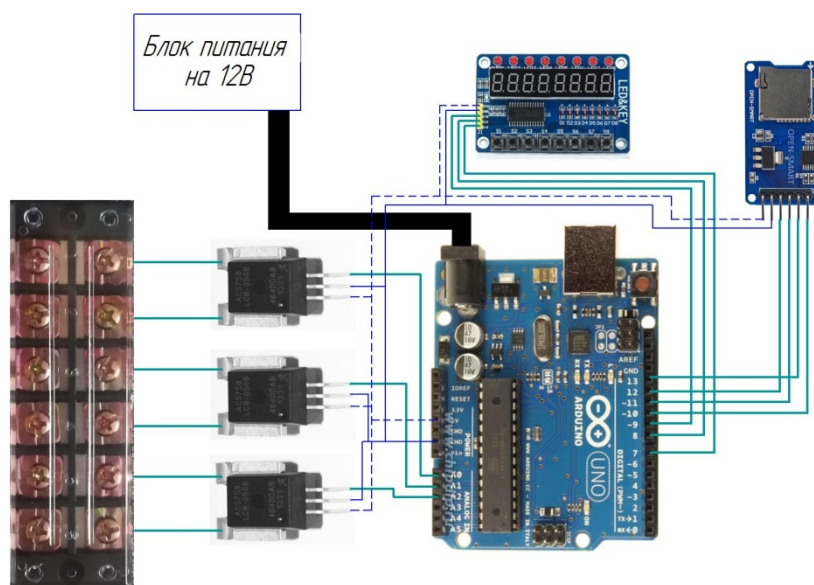


Рис. 1. – Структурная схема прототипа.

Данный прототип состоит из микроконтроллера AtMega UNO R3, 3 датчиков Холла, модуля клавиатуры и сигнализации TM1638, модуля microSD карты и клемм.

В качестве датчика тока используется датчик Холла ACS758-LCB-050B [9].

ACS758-LCB-050B является полностью интегрированным датчиком линейного тока на эффекте Холла в 5-выводном корпусе СВ с формой выводов PFF. Он обеспечивает экономичное и точное решение для измерения AC или DC токов. Он состоит из прецизионной линейной схемы с замкнутым контуром и медным проводящим контуром, расположенным вблизи матрицы. Ток, протекающий через этот медный контур, генерирует магнитное поле, которое микросхема преобразует в пропорциональное напряжение. Точность устройства оптимизирована за счет непосредственной близости магнитного сигнала к датчику. Точное выходное напряжение обеспечивается низким смещением, стабилизированной микросхемой BiCMOS с заводскими настройками точности. Высокая устойчивость к dV/dt и блуждающим электрическим полям, предлагаемые фирменной технологией

Allegro, обеспечивает низкую пульсацию выходного напряжения и низкий дрейф смещения в приложениях высокого напряжения и высокой стороны. Данное устройство одобрено CB, UL E316429, CE и TUV [7, 9].

Характеристика:

- Первичный ток (I_p) $\pm 50A$;
- Чувствительность $40mV/A$;
- Двухнаправленный ток;
- Соответствует автомобильному классу АЕС Q-100;
- Очень низкий уровень потери мощности, сопротивление внутреннего проводника $100\mu\Omega$;
- Работа от одного источника питания: $3V - 5.5V$;
- Типичное значение полосы пропускания $120k\Gamma$ ц;
- Время нарастания выходного сигнала $3\mu\text{с}$ в ответ на шаг входного тока;
- Выходное напряжение пропорционально АС или DC токам;
- Диапазон рабочей температуры от -40°C до 85°C .



Рис. 2. – Внешний вид ACS758-LCB-050B

Датчик Холла является универсальным, он может быть подключен в сеть как переменного тока, так и постоянного [10].



Рис. 3. – Внешний вид AtMega UNO R3

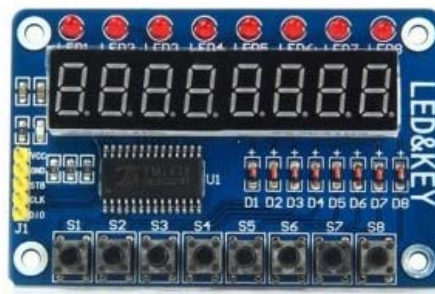


Рис. 4. – Внешний вид TM1638



Рис. 5. – Внешний вид модуля microSD

Модуль TM1638 подключен к цифровым входам микроконтроллера 7, 8, 9, по которым осуществляется передача данных на экран и управление кнопками и светодиодами [7, 8].

Датчики Холла ACS758-LCB-050В подключены к аналоговым входам микроконтроллера A0, A1, A2, по которым осуществляется снятие показания с датчиков.

Модуль microSD карты подключен к SPI [11] шине микроконтроллера, цифровые входы 10, 11, 12, 13.

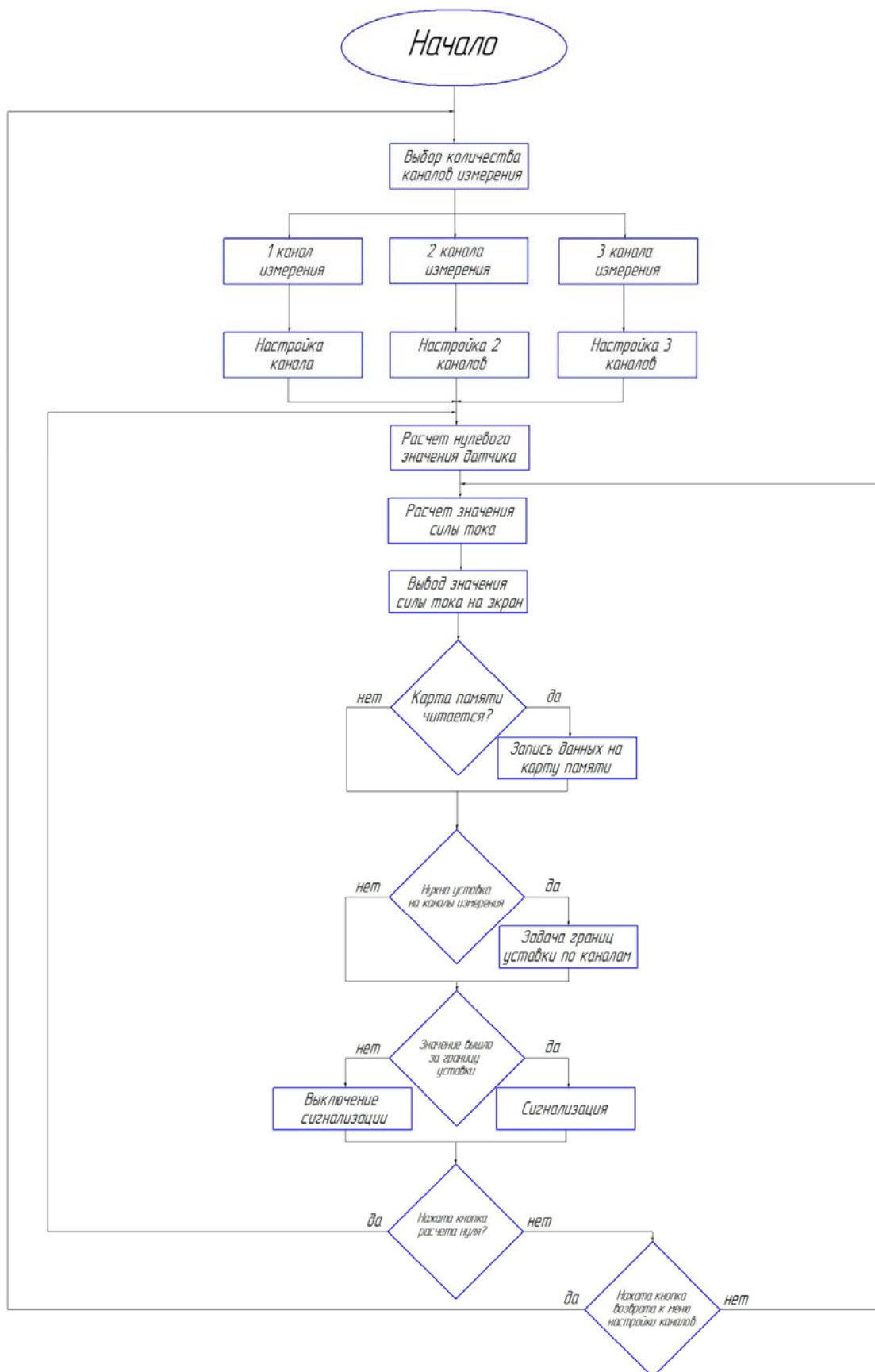


Рис. 6. – Алгоритм работы программы прототипа.

При вставленной карты памяти осуществляется запись значений силы тока в текстовые файлы. Для каждого канала создается отдельный текстовый файл. Процесс записи данных измерения автоматический. Для начала записи данных необходимо вставить карту памяти в разъем на лицевой панели прибора. Карта памяти должна быть отформатирована под файловую систему FAT16 или FAT32. Запись данных измерений осуществляется в файлы типа .txt. Для каждого канала измерения создается свой файл, с названиями 1canal.txt, 2canal.txt, 3canal.txt соответственно.

Заключение

В результате проделанной работы был разработан 3-х каналный цифровой амперметр, измерение которого основано на датчике Холла. Данный прибор состоит из микроконтроллера AtMega UNO R3, 3 датчиков Холла, модуля клавиатуры и сигнализации TM1638, модуля microSD карты и клемм.

Данный прототип обладает следующими функциями:

- Измерение силы тока, как переменного, так и постоянного, по нескольким каналам;
 - отображение значений измерений, по каждому каналу измерения, на сегментном дисплее;
 - передача значений измерения на архивацию на microSD карту памяти;
 - установка верхней и нижней границы уставки по каждому каналу;
 - сигнализация о выходе значения за границу уставки;
 - проверка обрыва провода датчиков внутри корпуса прибора;
 - сигнализация обрыва провода, отображение обрыва по каждому каналу на сегментном дисплее;
 - сигнализация о возможности записи данных на карту памяти;
-

- простотой управления, так как от рабочего надо будет только установить значение сигнализации;
- простотой в обслуживании, так как колебровка нуля будет происходить самостоятельно, без участия рабочего;
- возможность в процессе измерения рассчитать ноль заново;
- легкостью в установке и в подключении.

Литература

1. Iron Dayt & Lowen J. Precision Agriculture Profitability Review. / Iron Dayt & J. Lowen. // Fluke Corporation. Sept. 2011, pp. 51-54
 2. Данилин, А.И. Совершенствование методов определения силы электрического тока. Аналитический обзор / А.И. Данилин. – М.: 1988 №5, с.15-19
 3. Scott L. Sensors for measuring electrical power. - Transaction of the ASAE, 2012, pp. 137-138.
 4. Датчики тока // RoboCraft URL: robocraft.ru/blog/electronics/594.html (дата обращения: 01.05.2018).
 5. Васильев С.И., Юдаев И.В. Электротехника и электроника. – Кинель, 2016. 133 с.
 6. Фрайден, Дж. - Современные датчики. Справочник. Москва: Техносфера, 2005. 592 с.
 7. Исследование и разработка многоканального цифрового амперметра / Торрес Лабрада А.Ф., Савчиц А.В. // XXIX Материалы международной научно-практической конференции Издательства «Олимп» (30 декабря 2017) с.126-129
 8. Разработка многоканального цифрового амперметра // Журнал «Молодой ученый» // URL:moluch.ru/archive/200/49232/ (Дата обращения 28.04.2018).
-



9. ACS758 Datasheet //DatasheetLib//
URL:datasheetlib.com/datasheet/164944/acs758_allegro-microsystems.html (date of access 28.04.2018).

10. Датчики и микроконтроллеры. Часть 3. Измеряем ток и напряжение// Geektimes// URL: geektimes.ru/post/255126/ (Дата обращения 29.11.2017).

11. Будяков П.С. SPI интерфейс на основе токовой логики // Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4571

12. Ананьев А.С., Бутенко Д.В., Попов К.В. Интеллектуальные технологии проектирования информационных систем. Методика проектирования программных продуктов в условиях наличия прототипа // Инженерный вестник Дона, 2012, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/815

References

1. Iron Dayt & Lowen J. Iron Dayt & J. Lowen. Fluke Corporation. Sept., 2011 pp. 51-54
2. Danilin, A.I. Sovershenstvovanie metodov opredeleniya sily elektricheskogo toka. Analiticheskiy obzor . M.:1988 №5. pp.15-19
3. Scott L. Sensors for measuring electrical power. Transaction of the ASAE, 2012, pp. 137-138.
4. Datchiki toka [Current sensors] RoboCraft URL: robocraft.ru/blog/electronics/594.html (data obrashcheniya: 01.05.2018).
5. Vasil'ev S.I., Yudaev I.V. Elektrotekhnika i elektronika. [Electrical and Electronics.] Kinel', 2016. 133 p.
6. Frayden, Dzh. Sovremennye datchiki. Spravochnik. [Modern sensors. Directory.] Moskva: Tekhnosfera, 2005. 592 p.



7. Torres Labrada A.F., Savchits A.V. XXIX Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Izdatel'stva «Olimp»(30 dekabrya 2017.) 126-129 p.
8. Zhurnal «Molodoy uchenyy» URL: moluch.ru/archive/200/49232/ (Data obrashcheniya 28.04.2018).
9. ACS758 Datasheet DatasheetLib, URL:datasheetlib.com/datasheet/164944/acs758_allegro-microsystems.html (date of access 28.04.2018).
10. Datchiki i mikrokontrollery. Chast' 3. Izmeryaem tok i napryazhenie [Sensors and microcontrollers. Part 3. We measure the current and voltage]. Geektimes. URL: geektimes.ru/post/255126/ (Data obrashcheniya 29.11.2017).
11. Budyakov P.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4571
12. Anan'ev A.S., Butenko D.V., Popov K.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/815