

ИЗМЕРИТЕЛЬ ТОКА НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ХОЛЛА С ЦИФРОВЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ

Раткевич И.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Собчук Н.С. – ст. преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. Разработан цифровой измеритель постоянного и переменного тока на основе эффекта Холла, обеспечивающий измерение с гальванической развязкой и передачу данных по цифровому интерфейсу. В работе рассмотрен принцип действия устройства, структурная и схемотехническая реализация, а также конструктивно-технологические особенности электронного модуля. Обоснован выбор элементной базы, материалов печатной платы и типа монтажа. Разработанное устройство ориентировано на применение в составе систем мониторинга и управления электроэнергетическими процессами.

Ключевые слова: измеритель тока, эффект холла, измерение постоянного и переменного тока, цифровой интерфейс, печатная плата, гальваническая развязка, микроконтроллер

Введение. Измерение электрического тока является одной из ключевых задач в системах управления, защиты и мониторинга электрических цепей. Точность и надёжность измерений напрямую влияют на корректность работы силовой электроники, источников питания и автоматизированных систем управления. Традиционные методы измерения тока, такие как шунтовые и трансформаторные, обладают рядом ограничений, связанных с отсутствием гальванической развязки либо невозможностью измерения постоянного тока.

Перспективным направлением является применение датчиков тока на основе эффекта Холла, обеспечивающих бесконтактное измерение как постоянного, так и переменного тока с гальванической развязкой между измерительной и силовой цепями. Использование цифровых интерфейсов передачи данных позволяет интегрировать такие измерители в современные микропроцессорные системы без дополнительной аналоговой обработки сигналов.

В данной статье автором показано, конструкция цифрового измерителя тока на основе эффекта Холла, обладающего компактной конструкцией, технологичностью изготовления и возможностью применения в составе радиоэлектронных средств различного назначения.

Основная часть. Принцип работы измерителя основан на использовании эффекта Холла, заключающегося в возникновении поперечного электрического напряжения в полупроводниковом элементе при воздействии магнитного поля, создаваемого током в проводнике. Измеряемый ток пропускается через токоведущий проводник, расположенный вблизи чувствительного элемента датчика Холла, при этом прямое электрическое соединение с измеряемой цепью отсутствует.

Магнитное поле, пропорциональное величине тока, преобразуется датчиком Холла в электрический сигнал, который далее усиливается, оцифровывается и передаётся в цифровом виде во внешнюю систему управления или мониторинга. Такой подход обеспечивает гальваническую развязку, повышает электрическую безопасность и устойчивость устройства к помехам.

Устройство включает следующие основные функциональные блоки:

- датчик тока на основе эффекта Холла;
- блок усилителей и фильтров;
- аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- микроконтроллер с цифровым интерфейсом;
- интерфейс подключения к внешнему управляющему устройству.

Аналоговый сигнал с датчика Холла поступает на вход блок усилителей и фильтров, где выполняется его усиление и фильтрация, после чего сигнал поступает в АЦП для

преобразования в цифровую форму и после поступает вход микроконтроллера, где формирование выходных данных. Передача измеренной информации осуществляется по цифровому интерфейсу во внешнее управляющее устройство, например, микроконтроллерную систему или персональный компьютер.

На рисунке 1 представлена структурная схема измерителя тока.

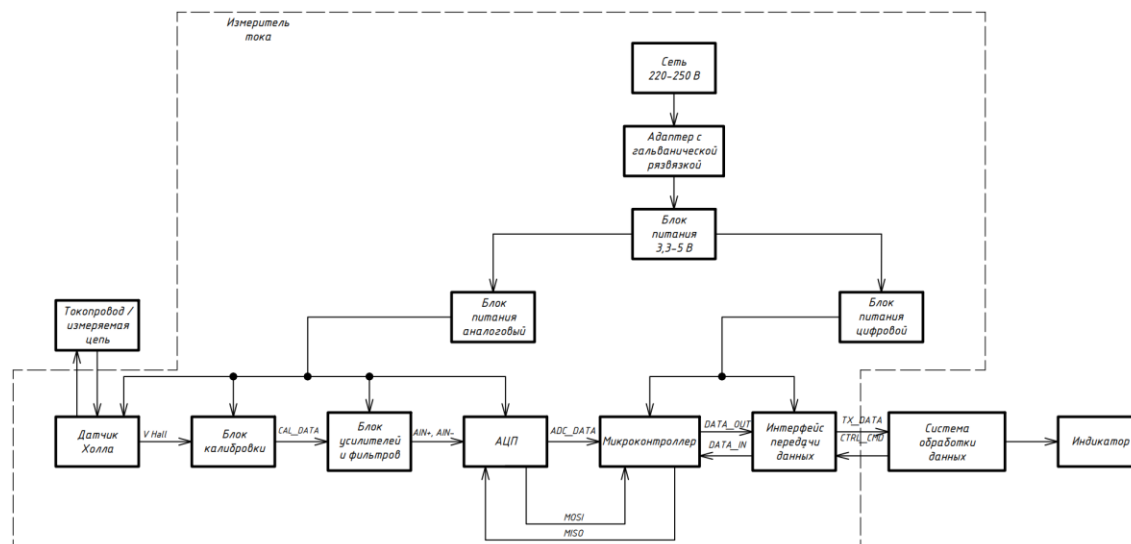


Рисунок 1 – Структурная схема измерителя тока

Схема электрическая принципиальная представлена на рисунке 2.

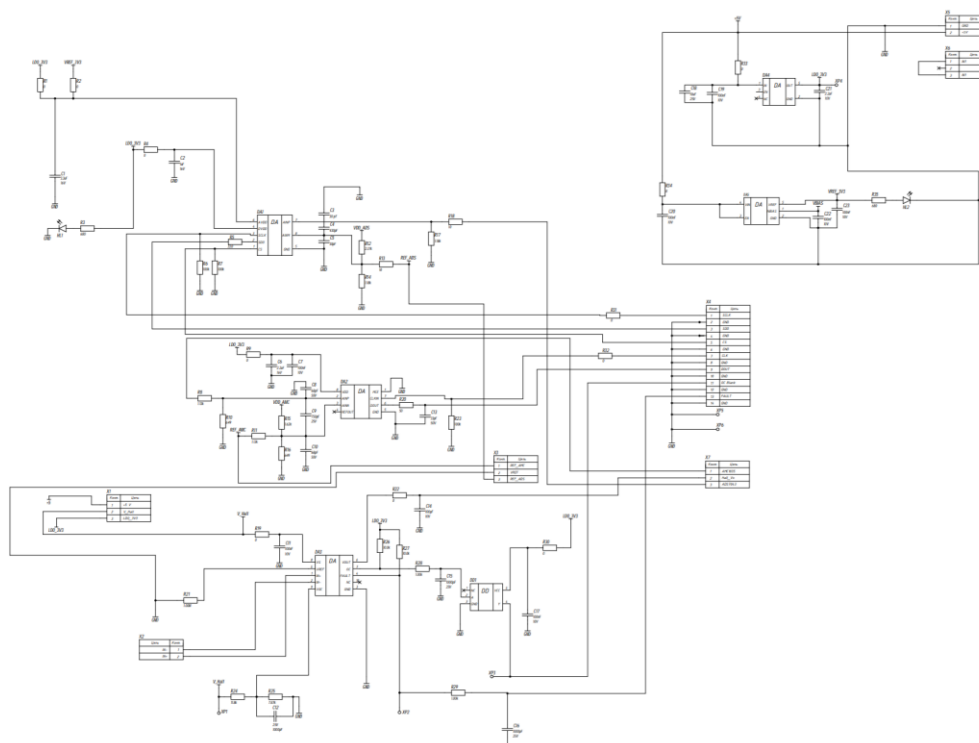


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная измерителя тока

Схема включает датчик Холла, стабилизатор напряжения, аналогового усилителя, АЦП, источника опорного напряжения, микроконтроллер и элементы фильтрации питания. Раздельное питание аналоговой и цифровой частей обеспечивает снижение уровня шумов и

повышение точности измерений. Для подключения внешних устройств предусмотрены разъёмы питания и интерфейса передачи данных.

Электронный модуль выполнен на печатной плате из стеклотекстолита FR-4 с применением поверхностного монтажа SMD-компонентов, что обеспечивает компактность конструкции и высокую технологичность изготовления. Конструкция платы предусматривает минимизацию паразитных наводок и разделение аналоговых и цифровых цепей.

Корпус устройства обеспечивает механическую защиту и устойчивость к внешним воздействиям, а также удобство монтажа в составе радиоэлектронных средств.

Заключение. В результате работы разработан измеритель тока на основе эффекта Холла с цифровым интерфейсом, обеспечивающий измерение тока с гальванической развязкой и цифровой передачей данных. Предложенные схемотехнические и конструктивные решения позволяют использовать устройство в системах мониторинга и управления электрическими параметрами. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения эффекта Холла для построения компактных и технологичных измерительных модулей.

Список литературы

1. Волков, А. В. Датчики физических величин: принципы работы и применение / А. В. Волков – М.: Радио и связь, 2018. – 304 с.
2. Allegro Microsystems. «Hall-Effect Sensor ICs: Technical Guide and Design Considerations.» – Worcester, MA, 2021. – 35 p.
3. Infineon Technologies. «Principles of Hall Effect Current Sensors.» – Application Note AN_2018-09, 2019. – 22 p.
4. Texas Instruments. «Hall-Effect Current Sensor Design Considerations.» – Application Report SLYY198, 2020. – 18 p.
5. Михайлов, А. А. Микроконтроллерные системы измерения и управления / А. А. Михайлов – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 384 с.

UDC 621.311.25:621.039

HALL EFFECT CURRENT METER WITH DIGITAL INTERFACE

Ratkevich I.I.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus
Sobchuk N. S. – Senior lecturer at the ETT Department*

Annotation. A digital Hall effect-based DC and AC current meter has been developed, providing galvanically isolated measurement and data transmission via a digital interface. The paper considers the principle of operation of the device, the structural and circuitry implementation, as well as the design and technological features of the electronic module. The choice of the element base, printed circuit board materials and mounting type is justified. The developed device is intended for use as part of monitoring and control systems for electric power processes.

Keywords: current meter, hall effect, DC and AC current measurement, digital interface, printed circuit board, galvanic isolation, microcontroller