

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МАГНИТОМЕТРА НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ХОЛЛА

Е.А. Федоров

Томский политехнический университет
eaf9@tpu.ru

Введение

В настоящее время широко применяются различные измерительные приборы. В данной работе пойдет речь об одном из таких устройств – магнитометре, используемом для измерения характеристик магнитного поля и магнитных свойств физических объектов.

Принцип работы

Рассматриваемый в данной работе магнитометр предназначен для обнаружения и измерения индуктивности постоянного магнитного поля в данной точке пространства и определения значения индукции этого магнитного поля [1]. Принцип работы устройства основан на эффекте Холла, который заключается в возникновении поперечной разности потенциалов, пропорциональной магнитной индукции и току, протекающему по проводнику. При помощи двух перпендикулярно друг другу расположенных датчиков можно определить вектор индукции постоянного магнитного поля. Таким образом, полученные показания будут точнее, чем при использовании одного датчика. Кроме того, полученный вектор будет указывать на максимум поля, который, как правило, находится там же где и источник этого магнитного поля [2]. Схема расположения датчиков представлена на рисунке 1.

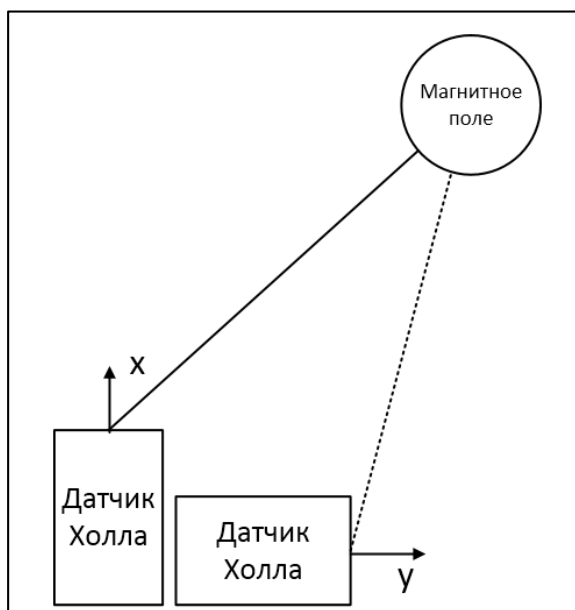


Рис. 1. Схема расположения датчиков Холла

Функциональная схема устройства

Разрабатываемое устройство должно фиксировать индукцию магнитного поля

(необходим датчик и устройство для обработки сигнала) и выводить эту информацию пользователю (необходимо устройство вывода информации). Кроме того, необходимо наглядно продемонстрировать работу опытного образца (посредством двигателя и указательной стрелки).



Рис. 2. Принципиальная схема устройства

Датчик представляет собой чувствительный элемент для измерения характеристик магнитного поля. В зависимости от природы измеряемой величины датчик может фиксировать напряжённости магнитного поля, магнитную индукцию и др.

Устройство обработки сигнала представлено микроконтроллером и включает в себя микропроцессорную систему, выполненную на одном кристалле и включающую в себя микропроцессорное ядро, оперативную и долговременную память, порты ввода/вывода и стандартные интерфейсы. В нашем устройстве микроконтроллер должен обрабатывать сигналы, поступающие с датчиков и, вычисляя направление местоположения источника магнитного поля, выдавать управляющий сигнал на драйвер двигателя [3].

Устройство вывода информации электронное устройство, предназначенное для визуального отображения информации.

Блок источника вторичного питания – это устройство, преобразующее переменное или постоянное напряжение, получаемое от первичных источников питания, в переменные или постоянные напряжения, требуемые для нагрузок. В схеме к блоку питания подключаются датчики, микроконтроллер и драйвер (двигатель питается непосредственно от драйвера).

Блок двигателя представляет собой электродвигатель малой мощности, задачей

которого является вращение указательной стрелки. Для данной задачи необходимо, чтобы ротор двигателя мог неподвижно фиксироваться в заданных положениях и меть малый шаг (не более 10 градусов) между этими положениями.

Стрелка указывает направление местоположения источника магнитного поля.

В результате дальнейшей работы был произведен выбор всех составляющих компонентов магнитометра. Максимальная рассчитанная абсолютная погрешность при этом составила 0,625 Гс.

Программное обеспечение

Согласно разработанному алгоритму, для микроконтроллера была написана управляющая программа, результатом работы которой является вывод значения индукции измеряемого магнитного поля, а также управление шаговым двигателем. Прием сигнала с датчиков был организован при помощи встроенного в микроконтроллер 10-разрядного АЦП и мультиплексора. Обработка данных и переинициализация регистров реализована в прерываниях по АЦП микроконтроллера.

Для управления стрелкой на двигателе был составлен отдельный алгоритм, основывающийся на сравнении предыдущего значения положения ротора двигателя и значения, которое ему необходимо принять при следующей итерации. В зависимости от значения разности между текущим и ожидаемым положением вала двигателя, микроконтроллер работает по одной из пяти ветвей алгоритма, обеспечивающей точное позиционирование стрелки.

Тестирование

Для проверки работоспособности экспериментального образца магнитометра были использованы мощные магниты.

Внешний вид собранного устройства представлен на рисунке 3.

Результаты тестирования оказались успешными. Магнитометр точно фиксирует значение магнитной индукции и указывает местоположение максимума поля. Однако, из-за того, что используемые датчики имеют значительную погрешность при отклонении датчика от перпендикулярного положения относительно источника магнитного поля, показания магнитометра не соответствуют рассчитанной погрешности. По этой же причине положение указательной стрелки колеблется вблизи углов, равных 45, 135, 225, 315 градусам.

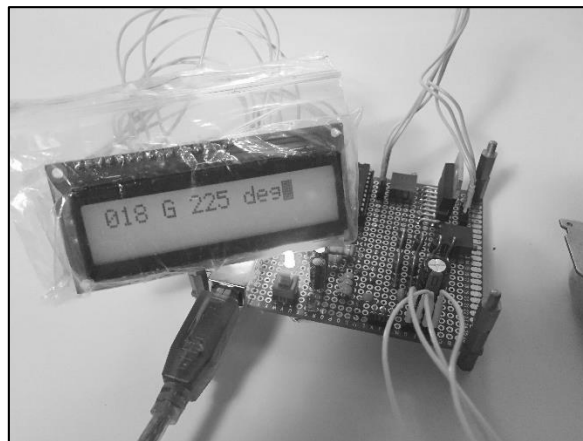


Рис. 3. Внешний вид опытного образца

Заключение

В результате проделанной работы было разработано и протестировано устройство для измерения индукции постоянного магнитного поля на основе эффекта Холла. Для функционирования устройства разработан алгоритм работы микроконтроллера ATmega8 и программный код: алгоритм считывания сигналов, поступающих с двух датчиков Холла, их обработка, вывод на дисплей значения индуктивности постоянного магнитного поля в существующих единицах измерения, алгоритм управления шаговым двигателем.

Для улучшения точностных характеристик устройства рекомендуется использовать датчики Холла, обладающие высокими точностными характеристиками. Одним из основных параметров при этом следует учитывать диапазон чувствительности – в идеальном случае чувствительность не должна падать при отклонении в 90 градусов.

Список использованных источников

1. Всё о металлоискателях и металлодетекторах [Электронный ресурс] URL: <http://izmer-s.ru/met/sche1-1.html>
2. Афанасьев Ю. Магнитометрические преобразователи, приборы, установки / Ю. В. Афанасьев, Н. В. Студенцов, А. П. Щелкин, Ленинградское отделение издательства «Энергия», 1972. – 272 с.
3. Микроконтроллеры [электронный ресурс] URL: <http://mcucpu.ru/index.php/ucontrollers/mcu/74-mcu>
4. Классификация современных контроллеров [электронный ресурс] URL: <http://www.abercade.ru/research/analysis/878.html>
5. Магнитометр [электронный ресурс] URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/1592/%D0%9C%D0%90%D0%93%D0%9D%D0%98%D0%A2%D0%9E%D0%9C%D0%95%D0%A2%D0%A0