

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОМЕТРА НА ДАТЧИКАХ ХОЛЛА

Е.А. Федоров

Научный руководитель: О.В. Стукач.
Томский Политехнический Университет
evgeni.f.94@gmail.com

Введение

Магнитометр – прибор для измерения характеристик магнитного поля и магнитных свойств физических объектов.

Магнитометры классифицируются на две группы. К первой, наиболее разветвлённой, относят приборы для измерения основных характеристик магнитного поля: напряжённости H (А/м), индукции B (Тл), магнитного потока Φ (Вб); ко второй — приборы для измерения магнитных свойств материалов и горных пород. Таким образом магнитометры находят применение в самых различных сферах:

- геологии, при поиске полезных ископаемых;
- археологии, при археологических раскопках;
- военной разведке для обнаружения погружённых подводных лодок;
- биологии и медицине;
- научных экспериментах;
- магнитной геохронологии.

Один из способов применения магнитометров – использование в качестве металлоискателей. Это возможно благодаря тому, что магнитное поле Земли может искажаться различными материалами с ферромагнитными свойствами, например, железом. Обнаружение таких объектов происходит путем регистрации отклонений от исходного магнитного поля. В результате, можно наблюдать некоторую магнитную неоднородность, которая может быть вызвана предметами из металла [1].

В отличие от металлоискателей, работающих по иным принципам, магнитометры охватывают больший диапазон обнаружения железных предметов. Однако, они имеют ряд недостатков: отсутствие возможности обнаружения цветных металлов, возможна реакция на естественные магнитные аномалии (залежи минералов). С другой стороны, при поиске под водой (поиск затонувших танков и кораблей) такие приборы вне конкуренции [1].

Данная работа заключается в проектировании магнитометра. Устройство планируется использовать для определения направления положения источника постоянного магнитного поля. Обычно, в качестве чувствительного элемента в подобных приборах используются феррозондовые датчики, поскольку они имеют хорошие технические характеристики и могут работать с большой точностью. Но при конструировании такого устройства возникают определенные сложности, связанные с тем, что феррозондовые датчики питаются от переменного тока и выдают переменный сигнал,

подлежащий определенной обработке. Датчики Холла имеют меньшие точностные характеристики в отличие от феррозондовых датчиков, но, поскольку они выдают постоянный аналоговый сигнал, с ними проще работать. В данном проекте планируется использовать новейшие датчики Холла, по своим характеристикам не уступающие феррозондовым. Таким образом упростится конструкция устройства, а также снизится его стоимость.

Разработка структурной схемы

Структурная схема представлена на рисунке 1.

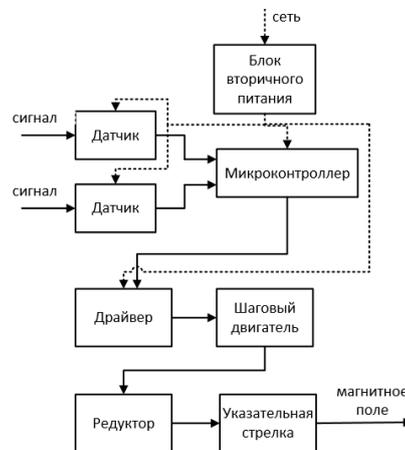


Рис.1. Структурная схема магнитометра

Опишем, что включает в себя каждый блок и принцип его работы.

Блоки датчиков представляют собой приборы для измерения характеристик магнитного поля и магнитных свойств материалов.

Блок микроконтроллера 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 [2]. В нашем устройстве микроконтроллер должен обрабатывать сигналы, поступающие с датчиков и, вычисляя направление источника магнитного поля, выдавать управляющий сигнал на драйвер двигателя.

Блок драйвера представляет собой мощную схему питания обмоток шагового двигателя. Тип применяемого драйвера влияет не только на управление двигателем, но и на получаемую в итоге мощность на его валу [3].

Блок источника вторичного питания – это устройство, преобразующее переменное или постоянное напряжение, получаемое от первичных

источников питания, в переменные или постоянные напряжения, требуемые для нагрузок.

Блок шагового двигателя представляет собой синхронный бесщёточный электродвигатель с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора. В проектируемой системе необходимо, чтобы ротор двигателя неподвижно находился в определенных положениях и вращался с малым шагом, а последовательная активация обмоток двигателя вызвала дискретные угловые перемещения (шаги) ротора.

Блок редуктора представляет собой механизм, состоящий из зубчатых шестерней, передающий и преобразующий крутящий момент вала двигателя. В данной системе редуктор понижает угловую скорость вращения, повышая при этом вращающий момент, т. е. является демультипликатором.

Блок указателя представляет собой стрелку, указывающую направление местоположения источника магнитного поля.

Разработка функциональной схемы

Рассмотрим каждый функциональный блок более подробно.

В схеме представлено два блока под названием *датчик*. Каждый из них включает в себя два датчика Холла, расположенных перпендикулярно друг к другу. Таким образом каждая пара датчиков сканирует плоскость ХУ на наличие постоянного магнитного поля и на основании этих показаний можно определить его местоположение. Принцип расположения датчиков представлен на рисунке 2.

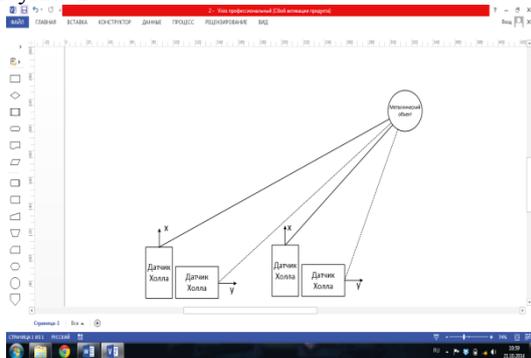


Рис.2. Схема расположения датчиков

В настоящее время существует огромное количество микроконтроллеров. В проектируемой системе контроллер должен вычислять положение источника магнитного поля и преобразовывать эти данные в управляющий сигнал двигателя по заданному алгоритму. Для удобства необходим встраиваемый программируемый контроллер с закрытой архитектурой, работающий при напряжении не более 12 В. Т.к. нам не нужно выполнять большое количество задач, выберем микроконтроллер, имеющий от 16 до 100 входов/выходов. Такой контроллер будет потреблять небольшую мощность.

Драйвер будем выбирать в соответствии с типом выбранного двигателя.

Источник вторичного питания должен преобразовывать промышленное переменное напряжение 220 В в постоянное напряжение 5 В.

В качестве привода следует использовать шаговый двигатель, поскольку необходимо, чтобы ротор мог фиксироваться в различных положениях и иметь небольшой шаг поворота. Задача двигателя – приводить в движение стрелку, показывающую положение магнитного поля, путем передачи вращательного движения через редуктор. Основные интересующие нас характеристики двигателя – это величина шага (не более 2 град.), погрешность углового шага (не более 0,2 град.), рабочее напряжение (5 В, т.к. источник вторичного питания также рассчитан на 5 В), вес и размер (следует выбирать двигатель небольшого веса и размера, т.к. для выполнения поставленной задачи подойдет и небольшой двигатель с маленькой мощностью). Радиальная и осевая нагрузка на двигатель незначительны, поэтому их учитывать не будем.

В качестве редуктора используются зубчатые шестерни с суммарным понижающим коэффициентом 4 – 6. Ведущее зубчатое колесо находится на валу ротора двигателя, а ведомое на одном валу с указательной стрелкой. Количество зубчатых шестерней, их размер и другие параметры будут подбираться в зависимости от конструкции устройства.

Указательная стрелка изготавливается из алюминия, поскольку в этом случае она будет легкой и достаточно устойчивой к деформации.

Заключение

В течении 2015 года планируется спроектировать и сконструировать магнитометр на датчиках Холла. Для этого необходимо выполнить все расчеты, написать программное обеспечение, собрать и протестировать опытный образец. В дальнейшем, на основе созданного устройства будет разрабатываться глубоководный магнитометр для поиска магнитных полей в толще воды.

Работа выполнена за счет средств субсидий в рамках программы конкурентоспособности ТПУ.

Литература

1. Всё о металлоискателях и металлодетекторах [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://izmer-ls.ru/met/sche1-1.html>, свободный.
2. Микроконтроллеры [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mcucpu.ru/index.php/ucontrolle rs/mcu/74-mcu>, свободный.
3. Контроллер шагового двигателя [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kazus.ru/shemes/showpage/0/843/1.html>http://www.dssconsulting.ru/index.phtml?id_page=81, свободный.