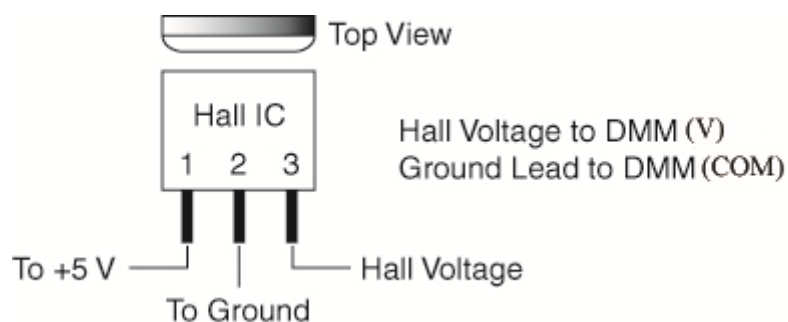


Руководство к лабораторному практикуму:

Измерения и измерительные приборы

С использованием набора Measurements Part для NI ELVIS III



Лабораторная работа 9: Проект системы измерения перемещений

© 2018 National Instruments

All rights reserved. Данный ресурс и любые его части не могут быть скопированы или в любой форме воспроизведены иным способом без письменного разрешения издателя.

National Instruments относится с уважением к чужой интеллектуальной собственности и призывает к этому же своих читателей. Данный ресурс защищен законами об охране авторских прав и прав на интеллектуальную собственность. Вы имеете право передавать программное обеспечение и прочие материалы, разработанные с помощью описанного в данном ресурсе программного обеспечения, третьим лицам в соответствии с условиями приобретенной вами лицензии и другими законодательными ограничениями.

LabVIEW и National Instruments являются торговыми марками National Instruments.

Названия других упомянутых торговых марок и изделий являются собственностью их правообладателей.

Дополнительные ограничения ответственности: Читатель принимает все риски от использования данного ресурса и всей информации, теорий и программ, содержащихся или описанных в нем. Данный ресурс может содержать технические неточности, типографические ошибки, прочие ошибки и упущения, и устаревшую информацию. Ни автор, ни издатель не несут ответственности за любые ошибки или неточности, за обновление любой информации и за любые нарушения патентного права и прочих прав на интеллектуальную собственность.

Ни автор, ни издатель не дают никаких гарантий, включая, но не ограничиваясь, любую гарантию на достаточность ресурса и любой информации, теорий или программ, содержащихся или описанных в нем, и любую гарантию, что использование любой информации, теорий или программ, содержащихся или описанных в ресурсе, не нарушит любое патентное право или иное право на интеллектуальную собственность. РЕСУРС ПОСТАВЛЯЕТСЯ "КАК ЕСТЬ". ИЗДАТЕЛЬ ЗАЯВЛЯЕТ ОБ ОТКАЗЕ ОТ ЛЮБЫХ ГАРАНТИЙ, ЯВНО ВЫРАЖЕННЫЕ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ, ВКЛЮЧАЯ, НО НЕ ОГРАНИЧИВАЯСЬ, ЛЮБЫЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОГО СОСТОЯНИЯ, ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНОЙ ЦЕЛИ И НЕНАРУШЕНИЯ ПРАВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ.

Издатель или автор не предоставляют прав или лицензий под любым патентным правом или иным правом на интеллектуальную собственность прямо, косвенно или лишением права на возражение.

НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ ИЗДАТЕЛЬ ИЛИ АВТОР НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ПРЯМЫЕ, КОСВЕННЫЕ, ОСОБЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИЛИ ВТОРИЧНЫЕ УБЫТКИ, ПОНЕСЕННЫЕ ИЗ-ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭТОГО РЕСУРСА ИЛИ ЛЮБОЙ ИНФОРМАЦИИ, ТЕОРИЙ ИЛИ ПРОГРАММ, СОДЕРЖАЩИХСЯ ИЛИ ОПИСАННЫХ В НЕМ, ДАЖЕ БУДУЧИ ПРЕДУПРЕЖДЕННЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ПОДОБНЫХ УБЫТКОВ, И ДАЖЕ ЕСЛИ УБЫТКИ ВЫЗВАНЫ НЕБРЕЖНОСТЬЮ ИЗДАТЕЛЯ, АВТОРА ИЛИ ИНЫХ ЛИЦ, Применимое законодательство может не разрешить исключение или ограничение случайных или косвенных убытков, поэтому приведенные выше ограничения или исключения могут вас не касаться.

Лабораторная работа 9: Проект системы измерения перемещений

В этой лабораторной работе вы продолжите изучать принципы построения измерительных систем, разрабатывая систему измерения перемещений.

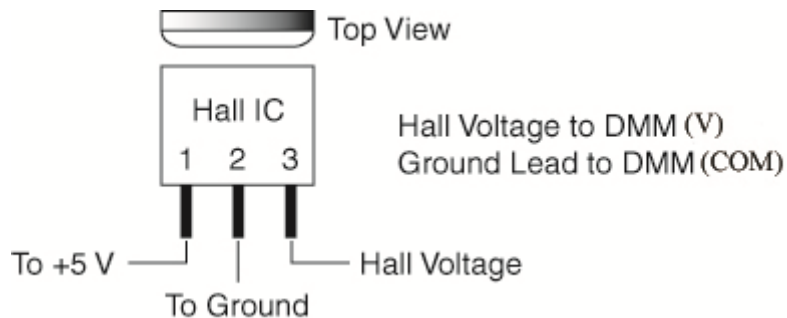


Рисунок 1 Датчик на эффекте Холла

Цель работы

После выполнения данной лабораторной работы вы сможете:

1. Объяснять характеристики сигнала и датчика, соответствующие заданию на разработку системы измерения перемещений
2. Разрабатывать и реализовывать схему кондиционирования сигнала для измерения перемещений с помощью датчика Холла
3. Определять разрешающую способность и частоту дискретизации
4. Выполнять измерение перемещений и анализировать измеренный сигнал

Необходимые инструментальные средства и технологии

Платформа: NI ELVIS III

- Используйте необходимые измерительные приборы NI ELVIS III

Примечание: для работы с приборами NI ELVIS III требуется комплект кабелей и аксессуаров (приобретается отдельно).

✓ Руководство пользователя:

<http://www.ni.com/en-us/support/model.ni-elvis-iii.html>

✓ Учебные пособия:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLvcPIuVaUMIWm8ziaSxv0gwtshBA2dh_M

Технические средства:
Макетная плата NI ELVIS III

Учебное пособие по макетной плате:

<http://www.ni.com/tutorial/54749/en>

Компоненты измерительных систем:
Комплект Measurements Part Kit

Компоненты, используемые в этой лабораторной работе:

- Миниатюрный датчик перемещений для крепления на фланце 55100
- Магнит для отслеживания положения
- Различные дискретные компоненты для сборки схем преобразования сигналов

Программное обеспечение:
NI Multisim Live

- Вы можете использовать Multisim для моделирования схем прежде, чем собирать их из реальных компонентов.

✓ Онлайн-доступ: <http://multisim.com>

✓ Справка Multisim Help:
<http://multisim.com/help/>

Программное обеспечение:
LabVIEW версия 18.0 или выше
Тулкиты и модули

- Модуль LabVIEW Real-Time
- Туллит NI ELVIS III

✓ Перед загрузкой и установкой программного обеспечения обратитесь к преподавателю или лаборанту за информацией о лицензиях на программное обеспечение и об инфраструктуре вашей лаборатории

✓ Загрузка и установка для NI ELVIS III:

<http://www.ni.com/academic/download>

✓ Учебные пособия:

<http://www.ni.com/academic/students/learn-labview/>

Ожидаемые результаты:

В этой лабораторной работе вы должны спроектировать и реализовать измерительную систему, соответствующую требованиям конкретного задания. Вам придется неоднократно выбирать и принимать решения, а затем вы должны будете протестировать разработанную систему, чтобы убедиться, что она удовлетворяет требованиям задания.

В данной работе будут реализованы 4 операции из последовательности преобразований сигналов, рассмотренные в предыдущих лабораторных работах:

- Сигналы и датчики
- Преобразование (кондиционирование) сигналов
- Аналого-цифровое преобразование и дискретизация сигналов
- Программное обеспечение и обработка данных

Вы можете обращаться к предыдущим лабораторным работам за информацией. В ходе выполнения данной работы вам будут задаваться вопросы, ответы на которые помогут вам в процессе проектирования и реализации системы.

В конечном счете вы реализуете измерительную систему и предоставите документацию, детально описывающую ваши решения в ходе проектирования и окончательный вариант спроектированной системы. Преподавателю, скорее всего, необходимо предъявить полный отчет о работе. Узнайте у вашего преподавателя, есть ли конкретные требования к отчету или шаблон для его оформления.

1.1 Задание на проектирование системы измерения перемещений

Исходные данные

Датчики расстояния часто используются для обнаружения положения автоматизированного механизма, например, для определения, когда устройство приближается к концу линейной траектории. Для подобных приложений используются датчики перемещения.

Система должна измерять перемещение манипулятора робота, движущегося по линейной траектории. Когда манипулятор оказывается на расстоянии 10 см от конца траектории, необходимо подать сигнал об остановке манипулятора. Предположим, что манипулятор движется со скоростью 1 см/с.

Примечание: Вам потребуется использовать магнит для отслеживания положения. В комплекте Measurement Parts есть датчик Холла, который чувствителен к напряженности магнитного поля.

Ваша система должна удовлетворять следующим требованиям:

- При возникновении сигнала манипулятор должен находиться на расстоянии $10 \pm 0,5$ см от точки конца траектории, в которой находится датчик.
- Система должна определять перемещение манипулятора с разрешающей способностью примерно 0,1 см.

Прочтите больше о датчиках Холла, используемых для измерения перемещений здесь:

<https://www.digikey.ca/product-detail/en/littelfuse-inc/55100-AP-02-A/HE617-ND/4771989>

1.2 Сведения из теории

Project Lab Displacement

Introduction Video

Рисунок 1-1 Скриншот видео. <https://youtu.be/tyjoNnrLwPU>



Краткое содержание видео

- Датчики на эффекте Холла часто используются для определения скорости и положения, а также для коммутации цепей при достижении заданного положения.
- Напряжение эффекта Холла пропорционально векторному произведению тока, протекающего через датчик, и индукции магнитного поля
- У датчика Холла серии 55100 много достоинств.

Как работают датчики на эффекте Холла?

Принцип действия датчиков на эффекте Холла основан на изменении выходного напряжения датчика при изменении магнитного поля. Эти датчики довольно часто используются для коммутации по положению, для измерения скорости и положения. Датчики Холла удобны в применении, поскольку могут использоваться, как преобразователь с аналоговым выходным сигналом напряжения. При известных характеристиках магнитного поля вы можете использовать эффект Холла для измерения расстояния от датчика.

Напряжение эффекта Холла пропорционально векторному произведению тока, протекающего через датчик, и индукции магнитного поля. Константа пропорциональности γ является свойством датчика Холла.

$$V_H = \gamma |I \times B|$$

Уравнение 1-1

Как упоминалось выше, при использовании магнита с известной напряженностью магнитного поля датчик Холла может измерять расстояние между ними. Если используются группа из двух или трех датчиков Холла, этот метод можно использовать для двух- или трехмерного позиционирования. Датчик может обнаружить магнит на валу или на колесе для измерения скорости вращения. Проходящий по проводам ток генерирует магнитное поле, которое можно измерить.

Для выполнения задания вы используете датчик Холла серии 55100. У этого датчика много достоинств, которые следует учитывать при выборе метода измерения. Прежде всего надо учитывать следующие свойства датчика:

- Высокая скорость переключения (до 10 кГц)
- Способность работать в жестких условиях эксплуатации
- Работает как со статическим, так и с динамическим магнитным полем
- Чувствительность к положению

1.3 Сигналы и датчики

Учитывая требования к заданию на проектирование, рассмотрите основные свойства измеряемого сигнала. Вспомните лабораторную работу *Сигналы и датчики* и подумайте, какие характеристики сигнала наиболее важны для реализации проекта. Рассмотрите основные этапы технического проектирования системы, приведенные ниже:

1. Постановка задачи
2. Сбор информации о задаче
3. Мозговой штурм и анализ возможных решений
4. Решение задачи
5. Тестирование проекта
6. Доработка проекта

1-1 Какие характеристики сигнала наиболее важны для выполнения задания и как его характеристики отражают измеряемую физическую величину?

- В имеющемся комплекте всего несколько датчиков. Это означает, что фактически вы не сможете выбирать из всего многообразия существующих датчиков. Однако важно помнить, что в реальных условиях вам придется выбирать из множества датчиков, пригодных для решения задачи измерений.
- В нашем случае необходимо оценить, соответствует ли датчик из предоставленного вам комплекта требованиям технического задания.

1-2 Какие характеристики выбранного вами датчика значительно превосходят требования задания?

1-3 Какие характеристики выбранного вами датчика наиболее критичны для заданных требований?

1.4 Преобразование (кондиционирование) сигналов

Учитывая требования к заданию на проектирование, вы должны теперь определить, какой тип преобразования сигнала необходимо будет реализовать.

Вспомните из лабораторной работы *Преобразование сигналов*, что существует множество различных схем кондиционирования, соответствующих желаемому результату. Вы должны решить, какие схемы лучше всего подходят для реализации проекта.

1-4 Какое свойство выбранного датчика изменяется при изменении физического явления?

1-5 Как это изменение может быть передано в систему сбора данных через датчик?

1-6 Какой тип кондиционирования сигналов понадобится для выполнения задания?

- Пришло время спроектировать и реализовать схему кондиционирования сигнала, используя ваши ответы на приведенные выше вопросы.
- Не забудьте учесть условия измерений при сборке схемы.

1-7 Прикрепите к отчету документацию по вашему проекту. Это могут быть эскизы, скриншоты или любая другая имеющаяся у вас документация.

- Когда закончите сборку схемы, протестируйте ее.

1-8 Потребовалось ли внести какие-либо усовершенствования в ваш проект по результатам тестирования схемы кондиционирования?

1.5 Аналого-цифровой преобразователь и дискретизация

Учитывая требования к заданию на проектирование, теперь вы можете рассмотреть влияние АЦП и дискретизации на качество измерений.

Примечание: Вы можете найти дополнительную информацию в выполненной вами лабораторной работе *АЦП и дискретизация*.

1-9 Какое наименьшее изменение физической величины можно измерить с помощью АЦП (в единицах измерения физической величины)?

Примечание: Вы должны также учесть используемый тип кондиционирования сигнала

1-10 Какая частота дискретизации требуется для решения поставленной задачи, и что необходимо учесть при выборе частоты дискретизации?

- Теперь разработайте простую программу сбора данных для измерения сигнала, получаемого после схемы кондиционирования.

1-11 Как формируется сигнал? Объясните ваши результаты. Нужно ли что-то изменить в схеме кондиционирования сигнала?

1-12 Изменяется ли результат измерения при изменении физической величины так, как предполагалось?

1.6 Программное обеспечение и обработка данных

Учитывая требования к заданию на проектирование, теперь вы должны разработать программное обеспечение и проанализировать результаты проектирования. Если нужна дополнительная информация, вернитесь к отчету выполненной вами лабораторной работы *Программное обеспечение и обработка данных*.

1-13 Какие методы сбора данных необходимы для выполнения задания?

1-14 Какие методы обработки данных лучше всего подойдут для выполнения задания?

1-15 Как вы преобразуете результаты измерения сигнала в инженерные единицы? Учтите чувствительность датчика, влияние схемы кондиционирования сигнала и нелинейность датчика.

- Разработайте программу сбора и обработки данных.
- Примите во внимание этапы процесса проектирования, а также ваши предыдущие проекты.

1-16 Опишите программное обеспечение и реализованный алгоритм обработки данных. Нужно было программно выполнять калибровку и/или линеаризацию?

- Теперь протестируйте вашу программу сбора и обработки данных.

1-17 Как вы можете улучшить программное обеспечение? Какие новые функции могут быть полезны для этой измерительной системы?

1.7 Тестирование системы

Настало время протестировать разработанную вами систему. Рассмотрите методологию подтверждения правильности измерений. Вам понадобится симулировать изменения физической величины в соответствии с исходными данными задания на проектирование.

1-18 ЗадOCUMENTИРУЙТЕ условия, при которых выполнялись измерение и тестирование, а также критерии, используемые для подтверждения корректности результатов. Как вы симулировали изменения физической величины? Как подтвердите, что ваша система измеряет перемещение?

1-19 Удовлетворяет ли ваша система требованиям задания? Объясните, почему. Если система не удовлетворяет требованиям, как вы можете улучшить ваш проект?

1-20 Предоставьте доказательства соответствия требованиям задания окончательного варианта реализованной вами системы. Доказательства должны быть подкреплены схемами и/или скриншотами окончательного варианта измерительной системы.

1.8 Заключение

1-21 Какой этап проектирования и реализации вашей измерительной системы был самым трудным?

1-22 Как можно усовершенствовать вашу измерительную систему? Рассмотрите характеристики и надежность.
