

Комплект виртуальных измерительных приборов для учебных лабораторий NI ELVIS

**Технические средства
Руководство пользователя**

© 2006 - перевод на русский язык:

учебный центр "Центр технологий National Instruments"

Новосибирский государственный технический университет

Российский филиал корпорации National Instruments

Содержание

Условные обозначения	5
1. ОБЗОР СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ	1-1
1.1. Что такое технология виртуальных инструментов?	1-1
1.2. Что такое сбор данных?	1-2
1.2.1. Аппаратные средства DAQ-систем	1-3
1.2.2. Программное обеспечение DAQ-систем	1-3
1.3. Обзор NI ELVIS.....	1-5
1.4. Дополнительная документация.....	1-6
2. ОБЗОР NI ELVIS	2-1
2.1. Аппаратные компоненты NI ELVIS	2-3
2.1.1. Настольная рабочая станция NI ELVIS.....	2-3
2.1.2. Макетная плата NI ELVIS.....	2-4
2.2. Программное обеспечение NI ELVIS.....	2-4
2.2.1. Виртуальные измерительные приборы	2-5
2.2.2. Использование LabVIEW при работе с NI ELVIS	2-9
2.2.3. Работа с NI ELVIS в SignalExpress	2-11
2.2.4. Утилита калибровки NI ELVIS.....	2-12
2.3. NI ELVIS в учебных дисциплинах	2-12
2.3.1. NI ELVIS в технических дисциплинах.....	2-12
2.3.2. NI ELVIS в биологии	2-13
2.3.3. NI ELVIS в физике.....	2-13
3. ОБЗОР АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ	3-1
3.1. Аппаратура сбора данных.....	3-1
3.1.1. Рекомендуемые модули ввода-вывода.....	3-1
3.2. Настольная рабочая станция NI ELVIS.....	3-2
3.2.1. Задняя панель NI ELVIS	3-5
3.2.2. Плата защиты NI ELVIS	3-6
3.3. Макетная плата NI ELVIS	3-7
3.3.1. Питание макетной платы	3-8
3.3.2. Описание сигналов макетной платы	3-9
3.3.3. Описание сигналов PFI.....	3-12
3.4. Подключение сигналов.....	3-13
3.4.1. Организация заземления.....	3-13
3.4.2. Подключение входных аналоговых сигналов.....	3-13
3.4.3. Подключение выходных аналоговых сигналов	3-15
3.4.4. Подключение цифровых сигналов ввода/вывода	3-17
3.4.5. Подключение сигналов счетчика-таймера.....	3-17
3.4.6. Подключение сигналов пользователя	3-18

4. КАЛИБРОВКА	4-1
4.1. Запуск программы калибровки NI ELVIS.....	4-1
5. ПРИЛОЖЕНИЕ А. СПЕЦИФИКАЦИИ	5-1
6. ПРИЛОЖЕНИЕ В. ПРЕДОХРАНИТЕЛИ ЗАЩИТНОЙ ПЛАТЫ.....	6-1
6.1. Извлечение защитной платы.....	6-1
6.2. Наладка платы защиты.....	6-2
6.3. Установка защитной платы.....	6-5
7. ПРИЛОЖЕНИЕ С. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ.....	7-1
7.1. Измерения с помощью цифрового мультиметра	7-1
7.1.1. Вольтметр.....	7-1
7.1.2. Амперметр.....	7-4
7.2. Функциональный генератор.....	7-6
7.3. Анализатор импеданса.....	7-7
7.4. Анализатор вольтамперных характеристик двухполюсников.....	7-13
7.5. Анализатор вольтамперных характеристик четырехполюсников	7-15
7.6. Генератор сигналов произвольной формы/ Аналоговый вывод.....	7-17
8. ПРИЛОЖЕНИЕ D. КОНФЛИКТЫ РЕСУРСОВ	8-1
9. ПРИЛОЖЕНИЕ E. МОДУЛИ ВВОДА-ВЫВОДА ДЛЯ NI ELVIS	9-1
10. ПРИЛОЖЕНИЕ F. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЖИМА ТРАНЗИТНОЙ ПЕРЕДАЧИ	10-1
11. ПРИЛОЖЕНИЕ G. ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ.....	11-1
12. ГЛОССАРИЙ	12-1

Условные обозначения

В настоящем руководстве используются следующие условные обозначения:



Угловые скобки, содержащие разделенные многоточием цифры, представляют собой диапазон значений, связанных с названием бита или сигнала. Например, AO<3..0>.



Символ ">" указывает направление к заключительному действию через вложенные пункты меню или варианты выбора в диалоговом окне. Последовательность **File»Page Setup»Options** направляет к разделу **File** в выпадающем меню, выбору в меню пункта **Page Setup** и выбору **Options** в открывшемся диалоговом окне.



Эта пиктограмма относится к важному примечанию.



Эта пиктограмма означает предупреждение с рекомендациями о мерах предосторожности, которые следует принять во избежание травмы, потери данных или полного отказа системы. Если изделие помечено таким символом, прочитайте раздел *Read Me First* в документе *Safety and Radio-Frequency Interference*, который поставляется с изделием, чтобы принять меры предосторожности.



Такой символ на изделии советует принять меры предосторожности во избежание поражения электрическим током.



Такой символ на изделии означает, что компонент может нагреться до высокой температуры. Касание этого компонента может привести к травме.

Полужирный шрифт

Полужирным шрифтом отмечены такие элементы, как пункты меню или варианты в диалоговом окне программы, которые необходимо выбрать или по которым нужно щелкнуть. Жирным шрифтом выделены также наименования параметров.

DAQ device

DAQ device – это любое устройство сбора данных компании National Instruments, которое соответствует требованиям, перечисленным в разделе *Аппаратура сбора данных* главы 3, *Обзор аппаратных средств*.

ELVIS

Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite – комплект виртуальных измерительных приборов для учебных лабораторий.

<i>Курсив</i>	Курсивом обозначены переменные, выражения, перекрестные ссылки, введение в ключевые понятия, а также указатели слов или значений, которые необходимо подтвердить.
<code>monospace</code>	Пропорциональный шрифт используется для текста или символов, которые необходимо ввести с клавиатуры, для фрагментов программного кода, примеров программирования и синтаксических конструкций. Этот шрифт используется также для имен дисководов, путей, каталогов, программ, подпрограмм, имен устройств, функций, операций, переменных, имен и расширений файлов.

1. Обзор систем сбора данных

Настоящее руководство содержит информацию, необходимую для понимания архитектуры учебной лаборатории NI ELVIS (National Instruments Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite), в состав которой входит комплект виртуальных измерительных приборов, а также информацию, необходимую для работы с этими приборами. Кроме того, рассматривается концепция виртуальных измерительных приборов и компоненты систем сбора данных (DAQ) компании National Instruments.

В настоящей главе кратко обсуждается концепция систем сбора данных и представлена система сбора данных NI ELVIS, специально разработанная для учебных лабораторий.



Примечание. Информация по установке компонентов NI ELVIS содержится в документе *Where to Start with NI ELVIS*

1.1. Что такое технология виртуальных инструментов?

Технология виртуальных инструментов объединяет технические средства измерения и управления, прикладное программное обеспечение и стандартные промышленные компьютерные технологии с целью создания измерительных, тестовых, управляющих и других технических систем, функциональность которых определяется пользователем.

Технология виртуальных инструментов представляет собой идеальную платформу, как для разработки учебных курсов, так и для проведения научных исследований. Выполняя различные эксперименты в лабораторных практикумах, студенты комбинируют операции измерения, автоматизации и управления. Средства или системы, используемые в этих экспериментах, должны быть гибкими и адаптируемыми. В научных экспериментах технология виртуальных приборов предоставляет исследователю гибкость, необходимую для модернизации систем при

возникновении непредвиденных обстоятельств. И научный, и учебный эксперимент требуют, чтобы используемые системы были экономичными. Компоненты систем, построенных на основе технологии виртуальных инструментов, могут быть использованы многократно в самых различных экспериментах без приобретения дополнительных аппаратных средств и программного обеспечения, поэтому выбор данной технологии является экономически обоснованным. Наконец, измерительные системы должны быть масштабируемыми, чтобы удовлетворять будущим потребностям. Модульный характер технологии виртуальных приборов позволит вам с легкостью добавлять новые функциональные возможности в создаваемую вами систему.

В NI ELVIS используется программное обеспечение, разработанное в среде LabVIEW, и аппаратура сбора данных NI для создания виртуальной измерительной системы, обладающей функциональными возможностями комплекта привычных измерительных приборов.

1.2. Что такое сбор данных?

Системы сбора данных принимают, обрабатывают и анализируют сигналы от реальных физических объектов. Свет, температура, давление, крутящий момент – вот примеры различных типов сигналов, которые могут быть измерены. Сбор данных – это процесс измерения электрических сигналов, поступающих от сенсоров, датчиков или преобразователей и ввод результатов измерения в компьютер для обработки. В системах сбора данных может также производиться вывод аналоговых или цифровых сигналов управления.

Обычно система сбора данных (DAQ-система) состоит из следующих компонентов:

- Первичный измерительный преобразователь (датчик) – устройство, которое преобразует физическую величину, такую, как свет, температура, давление или звук в электрический сигнал, например в электрическое напряжение или ток, который может быть сравнительно просто измерен.
- Сигнал – результат преобразования физической величины датчиком.
- Устройства кондиционирования (промежуточного, дополнительного преобразования) сигналов – технические средства, которые могут быть подключены к измерительному прибору для того, чтобы сигнал удобнее было измерять, чтобы увеличить точность измерений или

уменьшить шум. Основные виды кондиционирования сигналов – это усиление, возбуждение, линеаризация, развязка и фильтрация.

- Аппаратура DAQ – аппаратные средства, используемые для получения, сбора и обработки данных.
- Программное обеспечение – программные средства корпорации NI, специально разработанные для упрощения проектирования и программирования прикладных измерительных и управляющих систем, приложения для управления приборами и измерения сигналов.

На рисунке 1-1 изображены компоненты типовой системы сбора данных.

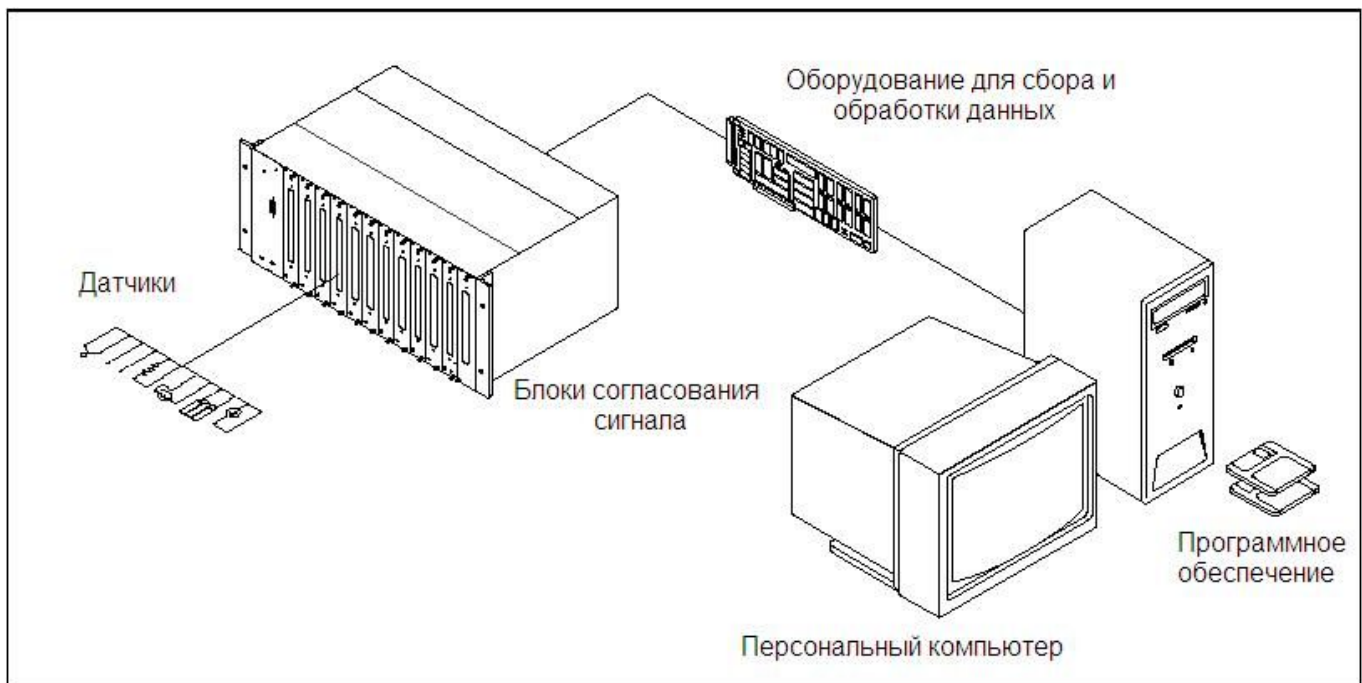


Рисунок 1-1. Типовая система сбора данных

1.2.1. Аппаратные средства DAQ-систем

В разделе *Аппаратура сбора данных* главы 3, *Обзор аппаратных средств*, подробно описываются DAQ-устройства, входящие в состав NI ELVIS. Информацию об их функциональных возможностях и принципе действия можно найти в технической документации по устройствам сбора данных на сайте ni.com/manuals.

1.2.2. Программное обеспечение DAQ-систем

В следующих разделах описываются системы программирования LabVIEW и SignalExpress, которые могут быть использованы при работе с NI ELVIS.

LabVIEW

LabVIEW – это графический язык программирования, предназначенный для создания прикладных систем измерения, тестирования и автоматизации. При программировании в LabVIEW вместо текстовых строк используются пиктограммы. В отличие от текстовых языков в LabVIEW использована концепция потокового программирования, согласно которой выполнение программы определяется потоком данных. Виртуальный прибор (Virtual Instrument – VI) представляет собой программу на LabVIEW, которая моделирует внешний вид и функционирование настоящего измерительного прибора.

Гибкость, модульность и легкость программирования, присущие LabVIEW, делает эту среду разработки популярной в лабораториях ведущих университетов. С помощью LabVIEW вы можете создавать приложения с интерактивным пользовательским интерфейсом за очень короткое время, поскольку принципы графического программирования в LabVIEW интуитивно понятны. Ученые и инженеры могут использовать простые в реализации функциональные возможности LabVIEW по взаимодействию с устройствами ввода/вывода наряду с его аналитическими возможностями. LabVIEW может также применяться для решения чисто аналитических или численных задач в учебном процессе.

Более полную информацию о программировании в среде LabVIEW читайте в руководствах *Getting Started with LabVIEW* и *LabVIEW Fundamentals*, опубликованных на сайте ni.com/manuals. Система помощи *LabVIEW Help* доступна из меню в редакторе блок-диаграмм или лицевой панели LabVIEW при выборе пункта в **Help»Search the LabVIEW Help**.

SignalExpress

SignalExpress – это автономная интерактивная среда измерения, не требующая программирования, которую можно сконфигурировать в диалоговом режиме для решения следующих задач:

- Измерения, генерирования, обработки, сравнения, импорта и сохранения сигналов.
- Оперативного сравнения расчетных данных с измеренными.
- Расширения функциональных возможностей SignalExpress путем импорта VI, созданных пользователем в LabVIEW, или преобразования проекта SignalExpress в программу на LabVIEW для продолжения разработки программы в среде LabVIEW.

За более подробной информацией о SignalExpress обратитесь к *Getting Started with Signal Express* на сайте ni.com/manuals и к справочной системе *NI Express Workbench Help*, которую можно вызвать в окне SignalExpress из меню **Help»Express Workbench Help**.

1.3. Обзор NI ELVIS

Функциональные возможности набора типовых лабораторных измерительных приборов в NI ELVIS реализованы на основе многофункционального устройства ввода-вывода (DAQ), специальной настольной рабочей станции, макетной платы и программ, разработанных в среде LabVIEW.

В настольную рабочую станцию NI ELVIS встроены аппаратно реализованные функциональный генератор и регулируемые блоки питания. А спроектированные в LabVIEW лицевые панели (Soft Front Panel – SFP) измерительных приборов объединяют функциональность DAQ-устройства (модуля ввода-вывода) и рабочей станции NI ELVIS, предоставляя возможность работы со следующими приборами:

- Генератором сигналов произвольной формы (Arbitrary Waveform Generator – ARB)
- Анализатором амплитудно- и фазочастотных характеристик (Bode Analyzer)
- Устройством чтения с цифровой шины (Digital Bus Reader)
- Устройством записи на цифровую шину (Digital Bus Writer)
- Цифровым мультиметром (Digital Multimeter – DMM)
- Анализатором спектра (Dynamic Signal Analyzer – DSA)
- Функциональным генератором сигналов (Function Generator – FGEN)
- Анализатором импеданса (Impedance Analyzer)
- Осциллографом (Oscilloscope – Scope)
- Анализатором вольтамперной характеристики двухполюсников (Two-Wire Current Voltage Analyzer)
- Анализатором вольтамперной характеристики четырехполюсников (Three-Wire Current Voltage Analyzer)
- Регулируемыми источниками питания (Variable Power Supplies)

Кроме перечисленных приборов, в NI ELVIS имеется набор высокоуровневых функций LabVIEW, которые можно использовать для усовершенствования средств отображения данных и организации экспериментов, а также для управления рабочей станцией NI ELVIS из LabVIEW.

В NI ELVIS версии 3.0 и выше управлять приборами NI ELVIS можно с помощью среды SignalExpress, которая не требует программирования. Из SignalExpress, помимо законченных приборов NI ELVIS, можно также использовать общие функциональные возможности аппаратных средств NI ELVIS, такие как аналоговый ввод (AI), аналоговый вывод (AO), цифровой ввод/вывод (DIO) и счетчик/таймер (CTR).

Внешний вид NI ELVIS показан на рисунке 2-1, *Схема размещения компонентов системы NI ELVIS на базе настольного компьютера.*

1.4. Дополнительная документация

Следующие документы содержат информацию, которая может оказаться полезной при чтении настоящего руководства:

- Документация на DAQ-устройство.
- *Getting Started With LabVIEW.*
- Справочная система *LabVIEW Help*, вызываемая в меню **Help»VI, Function, and How-To Help** из редакторов блок-диаграммы или лицевой панели LabVIEW.
- *LabVIEW Fundamentals.*
- Справочная система *Measurement & Automation Explorer Help for DAQmx*, доступная из меню **Help»Help Topics»NI-DAQmx** в окне утилиты Measurement & Automation Explorer (MAX).
- *Where to Start with ELVIS*, документ в PDF формате, хранящийся на CD-диске NI ELVIS Software.
- Справочная система *NI ELVIS Help*, хранящаяся на CD-диске NI ELVIS Software.
- *Getting Started with SignalExpress.*
- Справочная система *NI Express Workbench Help*, доступная из меню **Help»Express Workbench Help** в окне программы SignalExpress.
- различные учебные ресурсы на сайте ni.com/academic.

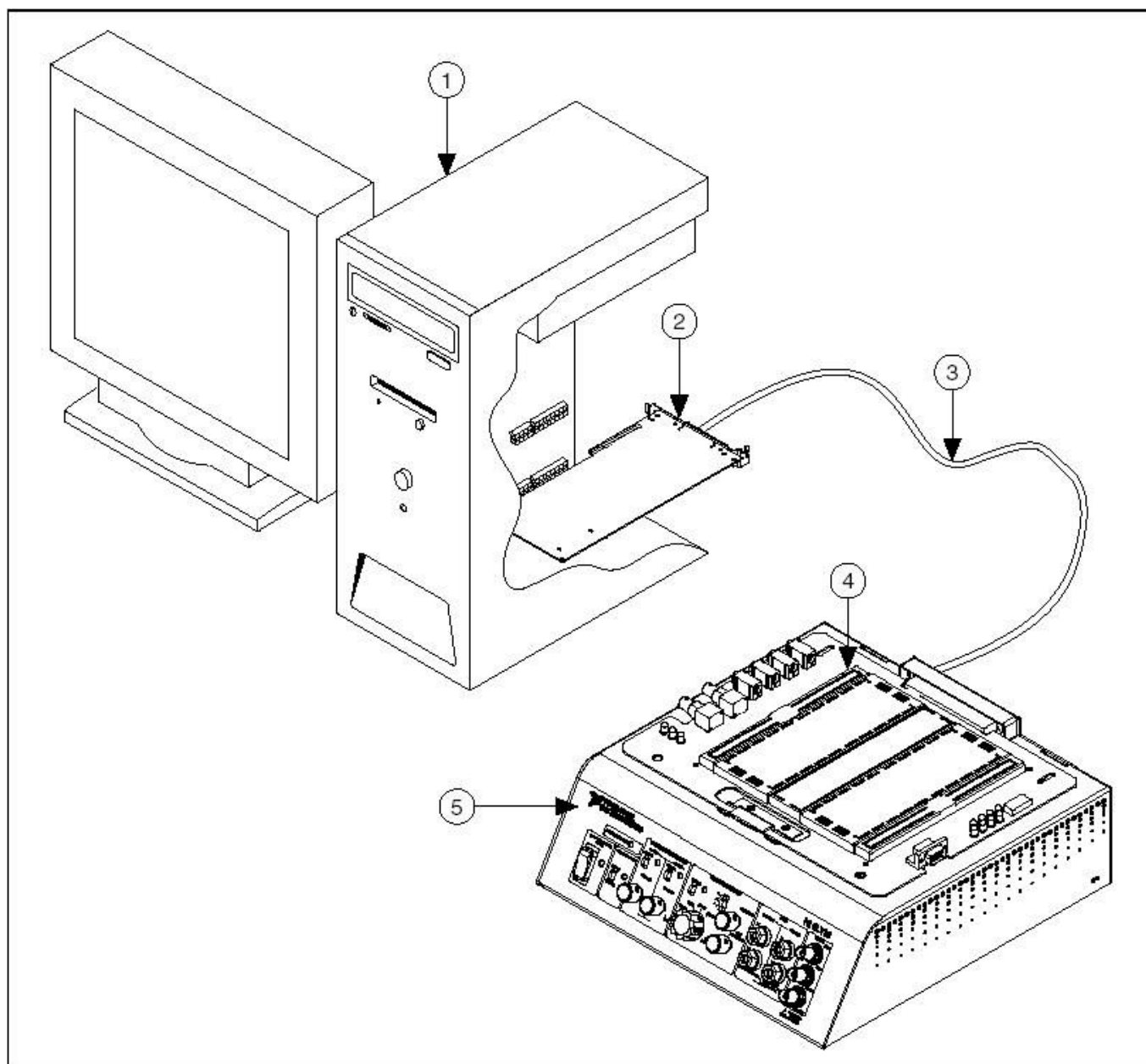
Эти документы вы можете загрузить с сайта ni.com/manuals.

2. Обзор NI ELVIS

NI ELVIS – объединяет технические средства и программное обеспечение в функционально полный набор лабораторных приборов. В этой главе дается обзор аппаратных и программных компонентов NI ELVIS, а также обсуждаются возможности применения NI ELVIS в различных образовательных дисциплинах.

Подробнее аппаратные и программные компоненты NI ELVIS рассматриваются, соответственно, в главе 3, *Обзор аппаратных средств*, и в справочной системе *NI ELVIS Help*.

Варианты компоновки схем NI ELVIS приведены на рисунках 2-1 и 2-2.



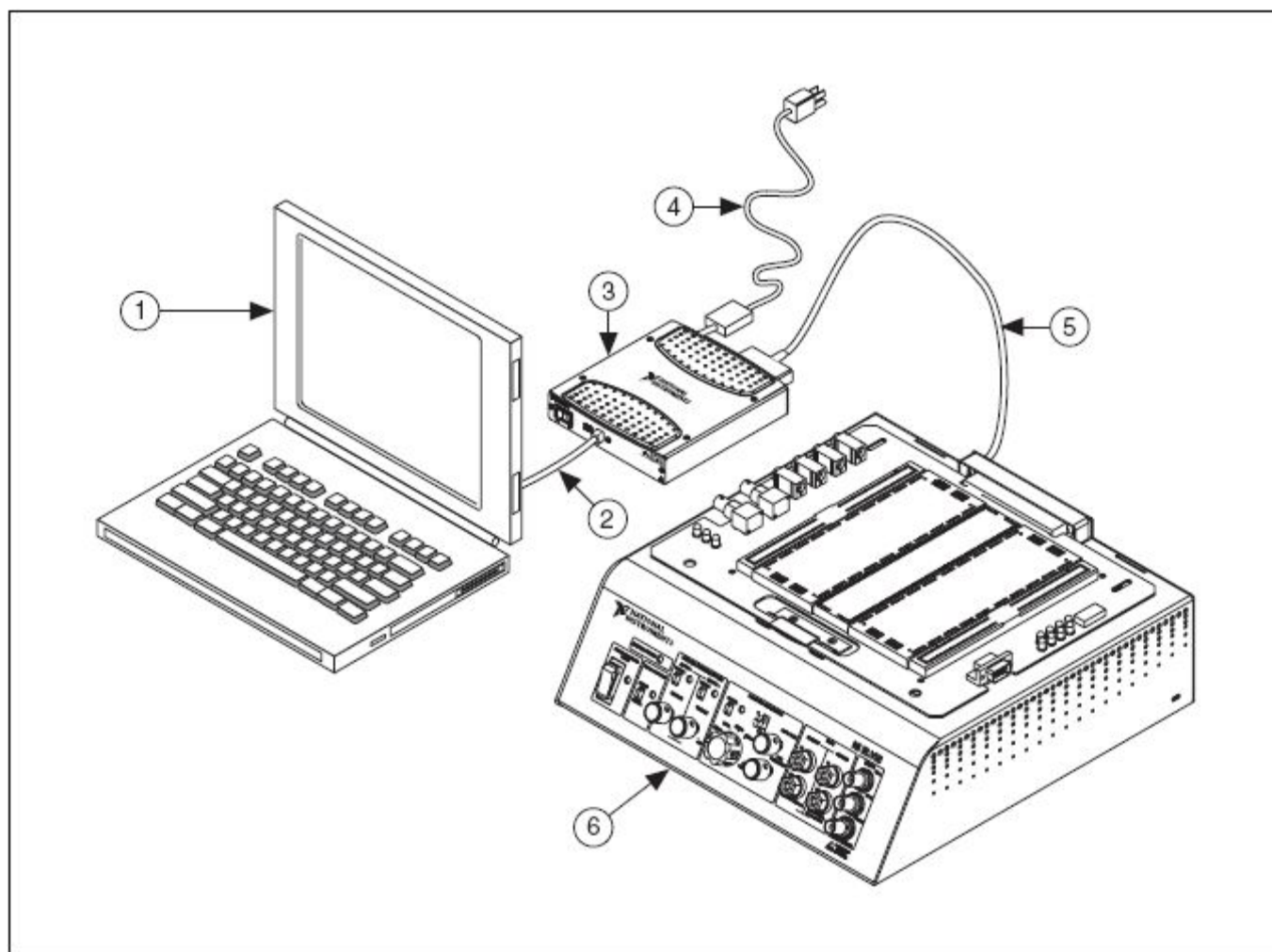
1 – настольный компьютер

2 – DAQ-устройство серии M с 68-контактным разъемом

3 – экранированный кабель для устройств серии M

4 – настольная рабочая станция NI ELVIS

Рисунок 2-1. Схема размещения компонентов системы NI ELVIS на базе настольного компьютера



1 – ноутбук

2 – USB кабель

3 – NI USB DAQ-устройство М серии с
типовым коннекторным блоком

4 – сетевой шнур питания для NI USB DAQ-
устройства М серии

5 – экранированный кабель для устройства серии М

6 – настольная рабочая станция NI ELVIS

Рисунок 2-2. Схема размещения компонентов системы NI ELVIS на базе ноутбука и NI USB DAQ-устройства

2.1. Аппаратные компоненты NI ELVIS

В следующих разделах приведено краткое описание аппаратных средств набора NI ELVIS. Более подробная информация содержится в главе 3, *Обзор аппаратных средств*.

2.1.1. Настольная рабочая станция NI ELVIS

Настольная рабочая станция и DAQ-устройство (модуль ввода-вывода) вместе образуют завершенную лабораторную установку. Рабочая станция

обеспечивает подключение исследуемых объектов и определяет функциональность лабораторной установки. На панели управления станции расположены простые органы управления функциональным генератором и регулируемые блоками питания, а также удобные средства подключения к осциллографу и цифровому мультиметру NI ELVIS – BNC-разъемы и разъемы штекерного типа. Программное обеспечение NI ELVIS маршрутизирует сигналы в настольной рабочей станции между приборами. Например, выходной сигнал функционального генератора может быть направлен на определенный канал модуля ввода-вывода и, в конечном счете, этот сигнал окажется на нужном канале осциллографа NI ELVIS. Рабочая станция содержит также плату защиты, предохраняющую модуль ввода-вывода от повреждений, которые могут случиться при ошибочных действиях с лабораторным оборудованием.

Для получения более подробной информации о рабочей станции, в том числе и о схемах расположения её компонентов, смотрите раздел *Настольная рабочая станция NI ELVIS* главы 3, *Обзор аппаратных средств*.

2.1.2. Макетная плата NI ELVIS

Макетная плата NI ELVIS устанавливается в настольную рабочую станцию и предназначена для монтажа электронной схемы и подключения ее через соответствующие разъемы к приборам. С одной рабочей станцией можно использовать несколько сменных макетных плат.

Для получения более подробной информации о макетной плате, включая описание сигналов, инструкции по соединению и схеме расположения компонентов, смотрите раздел *Макетная плата NI ELVIS* главы 3, *Обзор аппаратных средств*.

2.2. Программное обеспечение NI ELVIS

Программное обеспечение NI ELVIS, разработанное в LabVIEW, обладает достоинствами программ, реализованных с использованием технологии виртуальных инструментов. Для программирования аппаратных средств NI ELVIS в состав программного обеспечения включены измерительные приборы с лицевой панелью, отображаемой на экране монитора (Soft Front Panel Instruments - SFP), API функции LabVIEW (Application Programming Interface – интерфейс программных приложений) и программные блоки SignalExpress.

2.2.1. Виртуальные измерительные приборы

NI ELVIS поставляется вместе с программным обеспечением измерительных приборов (SFP Instruments), разработанным в LabVIEW, и с исходным кодом программ. Исполняемые файлы программ изменить невозможно, однако вы можете изменять и совершенствовать функциональные возможности приборов, модифицируя программный код LabVIEW. Подобные измерительные приборы в LabVIEW называют виртуальными приборами – Virtual Instruments (VI), и именно они необходимы при работе в для лаборатории.



Примечание. Подробная информация о виртуальных измерительных приборах и инструкции по работе с каждым из них изложены в справочной системе *NI ELVIS Help*.

Модуль запуска приборов

Модуль запуска NI ELVIS (Instrument Launcher) предоставляет доступ ко всем виртуальным измерительным приборам NI ELVIS. Запускается этот модуль двойным щелчком левой кнопки мыши по пиктограмме NI ELVIS на рабочем столе или выбором в меню **Start»All Program Files»National Instruments»NI ELVIS 3.0»NI ELVIS**. После инициализации открывается панель комплекта виртуальных измерительных приборов, спроектированных в LabVIEW.

Чтобы запустить какой-нибудь прибор, просто нажмите на соответствующую кнопку. Если программа NI ELVIS надлежащим образом сконфигурирована и рабочая станция подключена к соответствующему модулю ввода-вывода, все кнопки на панели запуска должны быть доступны.

Если же есть проблемы с конфигурацией системы, например, рабочая станция подсоединена к модулю ввода-вывода, не указанному в конфигурации, или не включено питание рабочей станции, то кнопки всех приборов становятся недоступны. В этом случае единственная кнопка, на которую можно нажать – это кнопка **Configure** (Конфигурировать). Читайте документ *Where to Start with NI ELVIS* для получения более подробной информации о настройке NI ELVIS.

Некоторые приборы выполняют одинаковые операции, используя одни и те же ресурсы аппаратуры NI ELVIS и модуля ввода-вывода, и поэтому не могут работать одновременно. При запуске двух приборов с перекрывающейся функциональностью, не позволяющей этим приборам

работать одновременно, программное обеспечение NI ELVIS откроет диалоговое окно, в котором будет описана ошибка. Вызвавший ошибку прибор блокируется и не будет функционировать до тех пор, пока конфликтная ситуация не разрешится. За более подробной информацией о возможных конфликтных ситуациях обратитесь к Приложению D, *Конфликты ресурсов*.

Генератор сигналов произвольной формы

Программа генератора сигналов произвольной формы (Arbitrary Waveform Generator – ARB) использует функции высокого уровня для формирования аналоговых сигналов с помощью модуля ввода-вывода. Вы можете создавать различные типы сигналов, используя Waveform Editor (Редактор сигналов), который входит в состав программного обеспечения NI ELVIS. Для генерации сигналов, созданных ранее этим редактором, их можно загружать в генератор из файлов. Более подробная информация о программе Waveform Editor содержится в справочной системе *NI ELVIS Help*.

Поскольку модуль ввода-вывода, как правило, имеет два аналоговых выхода, одновременно могут генерироваться два сигнала. Формирование сигналов может осуществляться в однократном или в непрерывном режиме. Максимальная скорость генерации сигналов зависит от максимальной частоты обновления данных в модуле ввода-вывода, к которому подключена рабочая станция NI ELVIS. Характеристики модуля ввода-вывода приведены в технической документации.

Анализатор амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик (АЧХ/ФЧХ)

Полнофункциональный анализатор АЧХ/ФЧХ (Bode Analyzer) в NI ELVIS реализован путем развертки по частоте тестового сигнала, формируемого функциональным генератором, и измерения сигналов модулем ввода-вывода. Вы можете устанавливать частотный диапазон прибора, а также выбирать шкалу отображения – линейную или логарифмическую. В NI ELVIS Help приведена информация о подключении анализатора.

Устройство чтения с цифровой шины

Это устройство (Digital Bus Reader) считывает цифровые данные с шины цифрового ввода (Digital Input – DI). Считывание может выполняться как в однократном, так и в непрерывном режиме.

Устройство записи на цифровую шину

Этот прибор (Digital Bus Writer) выдает на шину цифрового вывода (Digital Output – DO) определенный пользователем шаблон цифрового сигнала. Шаблон можно создать вручную, а можно выбрать из определенных ранее, таких как "пила", "шахматная доска" или тест "бегущая единица". Вывод может осуществляться в непрерывном или однократном режиме. Выходы этого устройства не изменяются до тех пор, пока не будет подан следующий шаблон или пока прибор не будет закрыт. Выходные уровни сигналов совместимы с уровнями ТТЛ-элементов.

Цифровой мультиметр

Популярный измерительный прибор – цифровой мультиметр (Digital Multimeter – DMM) позволяет измерять следующие величины:

- напряжение постоянного тока (DC Voltage)
- напряжение переменного тока (AC Voltage)
- силу постоянного и переменного тока (Current DC and AC))
- активное сопротивление (Resistance)
- ёмкость (Capacitance)
- индуктивность (Inductance)
- работоспособность диода (Diode test)
- проверять целостность электрических проводников – выполнять "прозвонку" (Audible continuity)

Подключиться к мультиметру можно через макетную плату или с помощью разъёмов штекерного типа на передней панели рабочей станции.

Анализатор спектра

Анализатор спектра (Dynamic Signal Analyzer – DSA) особенно полезен на занятиях по углублённому изучению электротехники и физики. Этот прибор использует аналоговый вход модуля ввода-вывода для измерений, которые выполняются в непрерывном режиме или в однократном режиме. В этом приборе для определения спектра можете фильтровать сигнал и накладывать различные окна.

Функциональный генератор

Этот прибор (Function Generator – FGEN) позволяет выбирать форму сигнала (синусоида, "меандр", "пила"), задавать его амплитуду и частоту. Кроме того, прибор дает возможность регулировать постоянную составляющую сигнала, осуществлять развертку сигнала по частоте, формировать сигналы с амплитудной (АМ) и частотной (ЧМ) модуляцией.

Анализатор импеданса

Простой анализатор импеданса (Impedance Analyzer) предназначен для измерения активной и реактивной составляющей сопротивления пассивных двухполюсников на заданной частоте.

Осциллограф

Осциллограф (Oscilloscope – Scope) обладает всеми функциональными возможностями стандартного настольного прибора, который можно найти в любой учебной лаборатории. Осциллограф NI ELVIS имеет два канала и снабжен регуляторами выбора масштаба, сдвига лучей, переключателями временной развертки, выбора источника и режима запуска. Свойство автомасштабирования позволяет регулировать масштаб по оси Y в зависимости от размаха переменного напряжения для лучшего отображения сигнала. В зависимости от типа подключённого к NI ELVIS модуля ввода-вывода запуск может быть цифровой и аналоговый. Сигналы на осциллограф подаются через макетную плату или через разъёмы типа BNC, установленные на лицевой панели рабочей станции.

Внутри рабочей станции NI ELVIS предусмотрена возможность подключения к осциллографу сигналов от функционального генератора или цифрового мультиметра. Кроме того, программное обеспечение компьютеризированного осциллографа позволяет использовать курсоры для точных измерений параметров сигналов по осциллограмме на экране. Скорость сбора данных осциллографа ограничена только максимальной частотой дискретизации модуля ввода-вывода, через который NI ELVIS подключен к компьютеру.

Подробная информация о поддерживаемых модулем ввода-вывода режимах запуска и о максимальной частоте дискретизации приведена в технической документации на модуль ввода-вывода.

Анализаторы вольтамперных характеристик двух- и четырехполюсников

Эти приборы (Two-wire - и Three-wire Current-Voltage Analyzers) позволяют проводить тестирование параметров диодов и транзисторов, наблюдать их вольтамперные характеристики. Анализатор двухполюсников предоставляет полную свободу в установке пределов изменения напряжения и тока, а также может сохранять данные в файл. Анализатор четырехполюсников позволяет задавать ток базы при измерениях параметров транзисторов n-p-n типа. В обоих приборах предусмотрены курсоры для точных измерений параметров по кривой на экране. Информация о подключении прибора приведена в справочной системе *NI ELVIS Help*.

Регулируемые источники питания

Программное обеспечение регулируемых источников питания (Variable Power Supplies) позволяет изменять напряжения на их выходах – для источника отрицательного напряжения от -12 до 0 В, для источника положительного напряжения – от 0 до $+12$ В.

2.2.2. Использование LabVIEW при работе с NI ELVIS




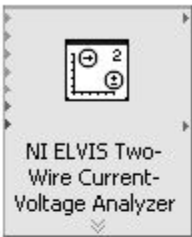
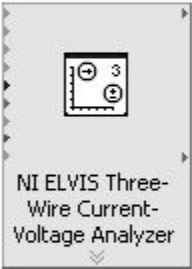






Данный раздел дает общие сведения о том, как можно использовать LabVIEW при работе с NI ELVIS.

Экспресс-VI LabVIEW

Многие измерительные приборы в NI ELVIS 3.0 и более поздних версиях ассоциированы с экспресс-функциями – Express VI. Поэтому программирование NI ELVIS средствами LabVIEW рекомендуется выполнять с помощью Express VI. Это позволяет разрабатывать приложения, выполняя в интерактивном режиме конфигурирование каждого прибора, не обладая при этом навыками программирования. Для доступа к NI ELVIS Express VI откройте блок-диаграмму LabVIEW и выберите в палитре функций субпалитру **Instrument I/O»Instrument Drivers»NI ELVIS**.

Состав субпалитры функций NI ELVIS Express VI показан в таблице 2-1, а подробная информация об этих функциях приведена в *NI ELVIS Help*.

Таблица 2-1. NI ELVIS Express VI

NI ELVIS Express VI			
 NI ELVIS Oscilloscope	 NI ELVIS Digital Multimeter	 NI ELVIS Bode Analyzer	 NI ELVIS Two-Wire Current-Voltage Analyzer
 NI ELVIS Three-Wire Current-Voltage Analyzer	 NI ELVIS Impedance Analyzer	 NI ELVIS Variable Power Supplies	 NI ELVIS Arbitrary Waveform Generator
 NI ELVIS Function Generator	 NI ELVIS Digital Reader	 NI ELVIS Digital Writer	—

API функции низкого уровня для NI ELVIS

До создания NI ELVIS Express VI функции API состояли из VI драйверов приборов NI ELVIS, называемых сейчас функциями низкого уровня NI ELVIS API, которые позволяли программировать следующие узлы:

- Цифровой ввод и вывод – Digital I/O (DIO)
- Цифровой мультиметр – Digital Multimeter (DMM)
- Функциональный генератор – Function Generator (FGEN)
- Регулируемый блок питания – Variable Power Supplies (VPS)
- Узел транзитной коммуникации – Communication Bypass

В Express VI NI ELVIS отражены все функциональные возможности каждого прибора, и поэтому их рекомендуется использовать для программирования NI ELVIS в LabVIEW. NI ELVIS VI низкого уровня служат для обеспечения совместимости с приложениями NI ELVIS,

разработанными до появления NI ELVIS 3.0. Подробную информацию о применении API низкого уровня для программирования NI ELVIS можно найти в *NI ELVIS Help*.

Использование драйверов NI-DAQmx при работе с NI ELVIS

Для программирования рабочей станции NI ELVIS с использованием драйверов NI-DAQmx доступны некоторые общие функции аналогового ввода (AI), аналогового вывода (AO) и таймерные функции модуля ввода-вывода (см. *NI ELVIS Help* и *NI-DAQmx Help*).

2.2.3. Работа с NI ELVIS в SignalExpress

Для работы с приборами NI ELVIS в среде SignalExpress выполните следующие действия:

1. Запустите SignalExpress.
2. Щелкните по кнопке **Add Step**.
3. Если установлено программное обеспечение NI ELVIS 3.0 или более поздняя версия, NI ELVIS представлен в списке возможных действий (Step). Раскройте пункт NI ELVIS в этом списке.
4. Выберите прибор для сбора аналоговых или цифровых сигналов или для генерации сигналов соответственно с помощью команды **Analog or Digital»Acquire** или **Generate Signals**.
5. Щелкните по кнопке **Configure** для выбора модуля ввода-вывода, подключенного к настольной рабочей станции NI ELVIS.
6. С помощью различных органов управления на панели конфигурации настройте приборы на соответствующий режим измерений.
7. Запустите проект SignalExpress.

Подробная информация о работе с NI ELVIS в среде SignalExpress содержится в справочной системе *NI SignalExpress Workbench Help*, которую можно открыть из меню Help в SignalExpress.

Сведения о SignalExpress приведены в руководстве *Getting Started with SignalExpress Guide*.

2.2.4. Утилита калибровки NI ELVIS

В программное обеспечение NI ELVIS 2.0 и более поздних версий включена утилита калибровки, которая предназначена для повторной калибровки регулируемых источников питания и функционального генератора NI ELVIS.

2.3. NI ELVIS в учебных дисциплинах

NI ELVIS может применяться в лабораториях технического, физического и биологического профиля. Набор приборов NI ELVIS удобен не только с точки зрения возможностей его программного обеспечения, но и потому, что в NI ELVIS вы можете создавать собственные технические средства преобразования сигналов. Преподаватели могут использовать NI ELVIS в учебном процессе, начиная с первых курсов и до аспирантуры для развития практических навыков студентов.

2.3.1. NI ELVIS в технических дисциплинах

NI ELVIS эффективен для организации занятий по основам электроники и схемотехники со студентами радиоэлектронных, машиностроительных и биомедицинских специальностей. Комплект NI ELVIS предоставляет широкие возможности для измерений и испытаний, необходимых в ходе этих занятий, обеспечивает сохранение получаемых данных. Студенты могут монтировать схемы на съемной макетной плате дома, чтобы более эффективно использовать время в лаборатории.

Виртуальные приборы NI ELVIS, такие, например, как АЧХ/ФЧХ анализатор, дают преподавателям возможность проводить занятия по углубленному изучению предметов, используя обработку и анализ сигналов. Студенты могут создавать цифровые фильтры в LabVIEW с помощью программ или реализовывать фильтры аппаратно на макетной плате, а затем сравнивать характеристики этих двух типов фильтров.

Обучение студентов машиностроительного профиля может включать измерения с помощью датчиков и измерительных преобразователей в дополнение к базовому курсу по основам проектирования специальных схем преобразования сигналов. Студенты могут собирать схемы согласования с датчиками на макетной плате. Например, установка на макетной плате специального разъема позволяет корректно подключать термопару. А программная регулировка напряжения полезна при формировании питания мостовых схем с тензометрическими датчиками, используемыми при измерениях деформации.

2.3.2. NI ELVIS в биологии



Внимание! Технические средства NI ELVIS не защищены от вредных воздействий окружающей среды, поэтому будьте чрезвычайно осторожны при использовании системы в химических и биологических лабораториях.

Требования к организации обучения в лабораториях факультета биомедицинской техники аналогичны требованиям, предъявляемым к обучению в лабораториях факультета машиностроения. Студенты обычно обучаются основам электроники и методам конструирования приборов, таких, как ЭКГ монитор. На макетной плате могут быть созданы схемы преобразования сигналов для датчиков ЭКГ, а виртуальные приборы NI ELVIS идеально подходят для тестирования собранных студентами схем.

2.3.3. NI ELVIS в физике

В программу обучения студентов-физиков, как правило, входят такие дисциплины, как электроника и схемотехника. NI ELVIS дает возможность таким студентам применить изучаемые концепции на практике. Иногда студентам-физикам необходимо выполнять преобразования сигналов для таких датчиков, как фотоэлектронный умножитель или датчик освещенности. На сменной печатной плате студенты могут собирать маломощные усилители с большим коэффициентом усиления, а затем изучать их в современных физических лабораторных практикумах

3. Обзор аппаратных средств

В этой главе рассматриваются аппаратные компоненты NI ELVIS, в том числе – модуль ввода-вывода, настольная рабочая станция и макетная плата. В приложении С, *Принцип действия*, приводится информация о схемных решениях, используемых для различных измерений с помощью NI ELVIS.

3.1. Аппаратура сбора данных

Лабораторная станция NI ELVIS спроектирована для работы в комплекте с высокопроизводительными многофункциональными модулями ввода-вывода М серии компании National Instruments, устанавливаемыми в шину PCI компьютера, или подключаемыми к порту USB. Эти модули поддерживают функции аналогового ввода (AI), аналогового вывода(AO), цифрового ввода/вывода(DIO) и таймерного ввода/вывода (TIO).

3.1.1. Рекомендуемые модули ввода-вывода

Программное обеспечение NI ELVIS версии 3.0 и последующих версий рекомендуется использовать со следующими типами модулей ввода-вывода М серии:

- NI PCI-6251
- NI USB-6251 с устройством подключения массового применения



Примечание. Полный список поддерживаемых типов модулей ввода-вывода приведен в приложении Е, *Модули ввода-вывода для NI ELVIS*.

Для подключения модуля ввода-вывода к рабочей станции NI ELVIS следует использовать следующие кабели:

- Для модулей М серии в стандарте PCI:
 - SHC68-68-EPM
 - SHC68-68
 - RC68-68

- Для устройства NI USB 6251

SH68-68-EP

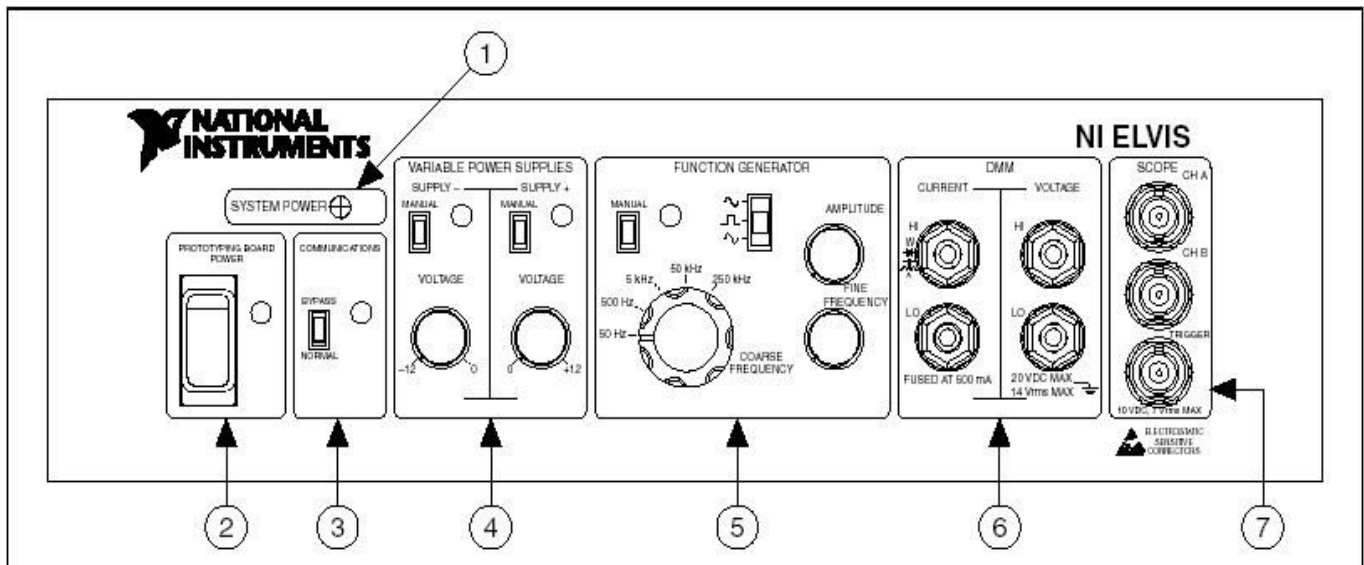
3.2. Настольная рабочая станция NI ELVIS



Внимание! Прежде, чем открывать корпус станции, подключать или отключать сигнальные проводники, ознакомьтесь с документом *Read Me First: Safety and Radio-Frequency Interference*.

В этом разделе описана настольная рабочая станция NI ELVIS.

Схема расположения компонентов на панели управления рабочей станции приведена на рисунке 3-1.



- | | |
|---|---|
| 1 System Power – индикатор питания системы | 5 Function Generator – элементы управления функциональным генератором |
| 2 Prototyping Board Power – выключатель питания макетной платы | 6 DMM – клеммы для подключения к мультиметру |
| 3 Communication – переключатель связи | 7 SCOPE – разъемы для подключения к осциллографу |
| 4 Variable Power Supplies – элементы управления регулируемыми блоками питания | |

Рисунок 3-1. Панель управления настольной рабочей станции

Настольная рабочая станция снабжена следующими элементами управления и индикации:

- **SYSTEM POWER** – индикатор включения питания NI ELVIS.
- **PROTOTYPING BOARD POWER** – выключатель питания макетной платы.

- **COMMUNICATIONS** – переключатель режима управления NI ELVIS – шлет запрос на отключение программного управления. В большинстве приложений этот переключатель устанавливают в положение *Normal*, в котором управление NI ELVIS передается компьютеру. Подробнее об этом переключателе написано в приложении F, *Использование режима транзитной передачи*.
- **VARIABLE POWER SUPPLY** – элементы управления регулирующими блоками питания

SUPPLY– - элементы управления источником отрицательного напряжения

MANUAL – переключатель режима управления источником (ручной или программный). В ручном режиме (Manual) регулятор VOLTAGE управляет источником отрицательного напряжения. В программном режиме источник отрицательного напряжения управляется через виртуальный прибор Variable Power Supply.

VOLTAGE – регулятор отрицательного выходного напряжения, диапазон изменения напряжения от –12 до 0 В. Чтобы воспользоваться этим регулятором, необходимо установить переключатель Manual в режим ручного управления источниками питания.

SUPPLY+ - элементы управления источником положительного напряжения

MANUAL – переключатель режима управления источником (ручной или программный). В ручном режиме (Manual) регулятор VOLTAGE управляет источником положительного напряжения. В программном режиме этот источник управляется через виртуальный прибор Variable Power Supply.

VOLTAGE – регулятор положительного выходного напряжения, диапазон изменения напряжения от 0 до +12 В. Чтобы воспользоваться этим регулятором, необходимо установить переключатель Manual в режим ручного управления источниками питания.

Подробную информацию о режиме программного управления блоками питания можно найти в *NI ELVIS Help*.

- **FUNCTION GENERATOR** – элементы управления функциональным генератором

MANUAL – переключатель выбора режима управления

функциональным генератором (ручной или программный).

В ручном режиме функциональным генератором управляют переключатель выбора функции, переключатель **AMPLITUDE** и регуляторы **COARSE FREQUENCY** и **FINE FREQUENCY**.

В программном режиме функциональный генератор управляется через виртуальный прибор **FGEN**.

Function – переключатель выбора формы генерируемого сигнала. **NI ELVIS** может генерировать синусоидальный, прямоугольный и треугольный сигналы.

AMPLITUDE – регулятор амплитуды генерируемого сигнала.

COARSE FREQUENCY – переключатель диапазона частот генерируемого сигнала.

FINE FREQUENCY – плавный регулятор частоты сигнала.

Подробную информацию о режиме программного управления функциональным генератором можно найти в *NI ELVIS Help*.

- **DMM** – гнезда для подключения к цифровому мультиметру

CURRENT – гнезда для токовой цепи

HI – вход положительной полярности для всех режимов работы мультиметра, кроме измерения напряжения.

LO – вход отрицательной полярности для всех режимов работы мультиметра, кроме измерения напряжения.

VOLTAGE – гнезда для напряжения

HI – вход положительной полярности для измерения напряжения.

LO – вход отрицательной полярности для измерения напряжения.

Если вы используете входные гнезда цифрового мультиметра на лицевой панели, не подключайтесь к аналогичным входам на макетной плате.



Внимание! Подключая различные сигналы одновременно к гнездам мультиметра на макетной плате и к гнездам на панели управления, вы их замыкаете, что может повредить схему, собранную на макетной плате.



Примечание. Цифровой мультиметр заземлен.

- **SCOPE** - разъемы для подключения осциллографа

CH A – вход канала А осциллографа.

CH B – вход канала В осциллографа.

Trigger – вход синхронизации осциллографа.

Если вы используете входы осциллографа на передней панели, не подключайтесь к аналогичным гнездам на макетной плате.

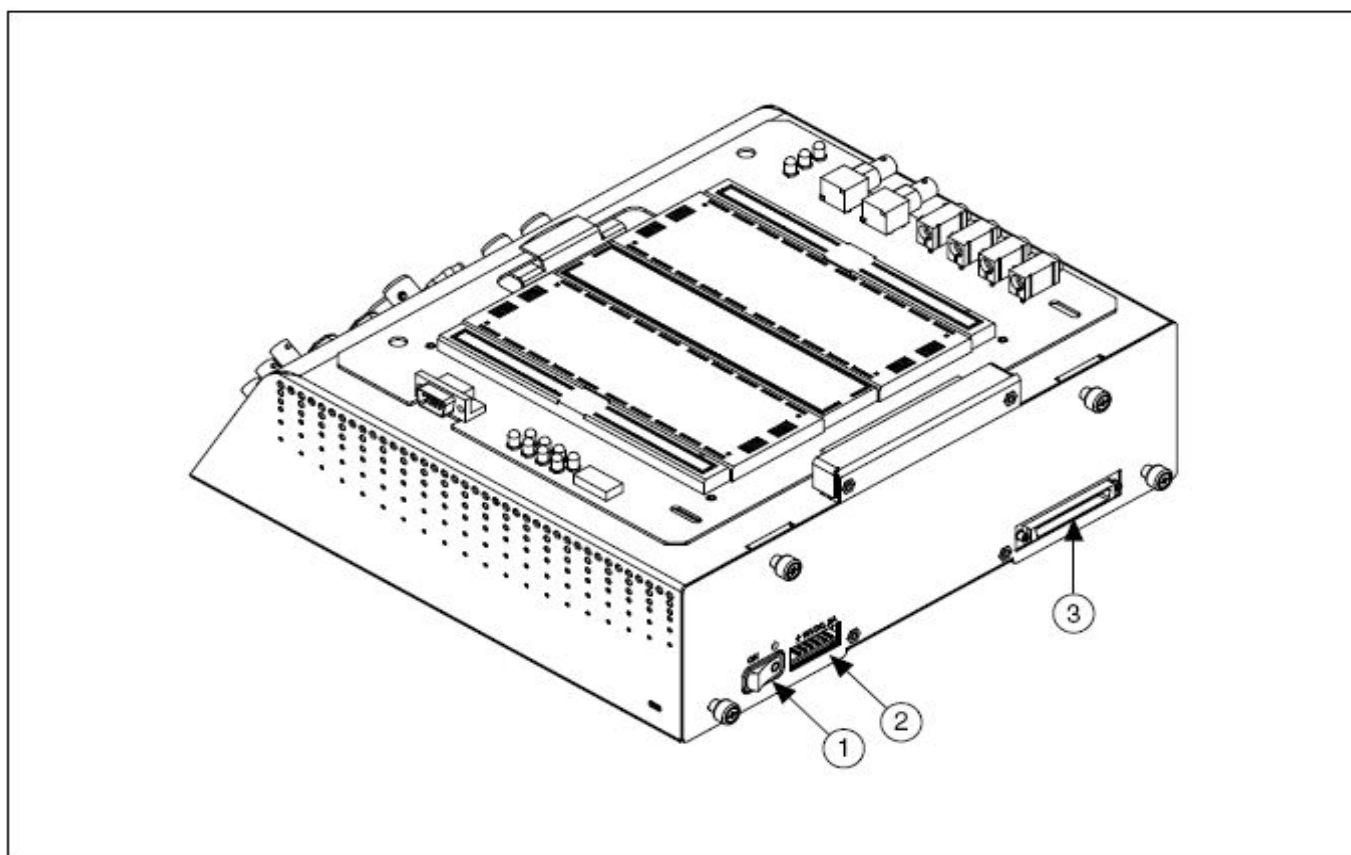


Внимание! Подключая различные сигналы одновременно к гнездам осциллографа на макетной плате и к разъёмам на панели управления, вы их замыкаете, что может повредить схему, собранную на макетной плате.

3.2.1. Задняя панель NI ELVIS

На задней панели NI ELVIS расположены следующие компоненты (рисунок 3-2):

- Выключатель питания рабочей станции. Используйте этот выключатель для полного отключения рабочей станции от сети.
- Разъем для подключения источника питания постоянного/переменного тока к рабочей станции.
- 68-контактный разъем для подключения кабеля от модуля ввода-вывода к рабочей станции.



1 Выключатель питания рабочей станции

2 Разъем для подключения источника питания
постоянного/переменного тока

3 68-контактный разъем для подключения кабеля от
модуля ввода-вывода

Рисунок 3-2. Вид сзади на настольную рабочую станцию NI ELVIS

3.2.2. Плата защиты NI ELVIS

Модуль ввода-вывода, установленный в компьютер, защищён от опасных внешних сигналов и короткого замыкания с помощью съемной платы защиты, которая расположена внутри рабочей станции. Извлечение платы защиты позволяет самостоятельно и быстро заменить отказавшие элементы, не отправляя плату в компанию National Instruments для ремонта.

Подробная информация о том, как сменить плавкие предохранители на плате защиты NI ELVIS, приведена в приложении В, *Предохранители платы защиты*.

3.3. Макетная плата NI ELVIS

В этом разделе рассматривается макетная плата NI ELVIS и ее использование для подключения макетируемых схем к приборам NI ELVIS. Этот раздел содержит также описание сигналов с макетной платы, которые могут быть подключены к приборам NI ELVIS, и предназначенных для этого разъемов.

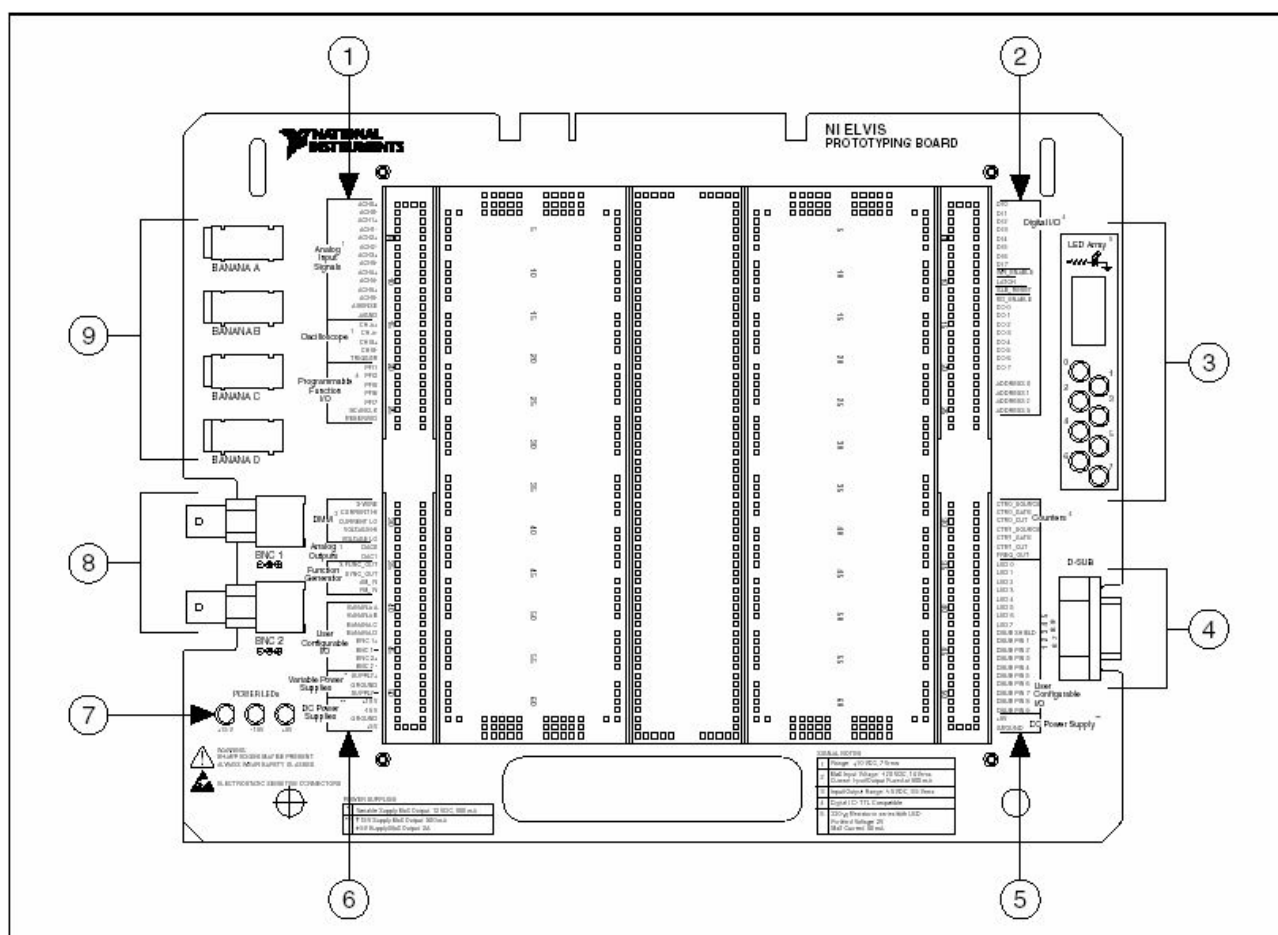


Внимание! Перед установкой макетной платы в рабочую станцию NI ELVIS убедитесь, что питание от макетной платы отключено.

Макетная плата подключается к рабочей станции с помощью стандартного разъема PCI, поэтому вы можете разрабатывать собственные печатные платы и подключать их к NI ELVIS.

Все входные и выходные разъемы NI ELVIS представлены по обеим сторонам зоны макетирования рядами коммутационных гнезд и могут быть использованы для подключения. Каждому сигналу соответствует "строка" гнезд, причём гнезда сгруппированы в соответствии с их функциональным назначением.

На рисунке 3-3 приведена схема расположения компонентов макетной платы.



- | | |
|---|--|
| 1 Гнезда аналоговых входов, осциллографа и гнезда линий ввода/вывода с программируемыми функциями | 6 Гнезда мультиметра, аналоговых выходов, функционального генератора, пользовательских линий ввода/вывода, регулируемых источников питания и источников питания постоянного тока |
| 2 Гнезда цифрового ввода/вывода | |
| 3 Группа индикаторов | |
| 4 Разъем типа D-Sub | |
| 5 Гнезда счетчика-таймера, пользовательских линий ввода/вывода и источника питания постоянного тока | 7 Индикаторы питания |
| | 8 BNC-разъёмы |
| | 9 Разъёмы штекерного типа |

Рисунок 3-3. Схема расположения компонентов макетной платы

3.3.1. Питание макетной платы

На макетной плате есть возможность использования питания ± 15 В и 5 В. Этого достаточно, чтобы собрать многие типовые схемы. Информация о шинах питания приведена в приложении А, *Спецификации*. Если при включенном питании макетной платы не светится какой-нибудь из индикаторов питания, обратитесь к инструкции по замене предохранителей в приложении В, *Плавкие предохранители платы защиты*.

3.3.2. Описание сигналов макетной платы

Сигналы макетной платы NI ELVIS описаны в таблицах 3-1 и 3-2.

Сигналы сгруппированы по функциональному назначению так же, как они расположены на макетной плате.

Таблица 3-1. Описание сигналов

Название сигнала	Тип	Описание
ACH<0..2> \pm	Аналоговый вход общего назначения	Analog Input Channels 0 through 2 – положительный и отрицательный входы дифференциальных аналоговых каналов 0÷2 (\pm).
ACH<3,4> \pm		Analog Input Channels 3 and 4 – положительный и отрицательный входы дифференциальных аналоговых каналов 3÷4 (\pm). Если вы работаете с осциллографом, эти входы нельзя использовать.
ACH 5 \pm		Analog Input Channels 5 – положительный и отрицательный входы дифференциального аналогового канала 5 (\pm). Если вы работаете с цифровым мультиметром, эти входы нельзя использовать.
AISENSE	Аналоговый вывод общего назначения	Analog Input Sense – аналоговый входной уровень – опорное напряжение для аналоговых каналов, сконфигурированных для работы в режиме несимметричного входа без заземления. Режимы аналогового ввода описаны в документации на модуль ввода-вывода.
AIGND		Analog Input Ground – общая цепь аналоговых входов модуля ввода-вывода – "аналоговая земля". Этот цепь не соединена с цепью заземления NI ELVIS GROUND.
CH<A..B>+	Осциллограф	Oscilloscope Channels A and B – положительный вход каналов A и B (+) осциллографа.
CH<A..B>-		Oscilloscope Channels A and B – отрицательный вход каналов A и B (-) осциллографа.
TRIGGER		Oscilloscope Trigger – вход сигнала синхронизации запуска осциллографа, подается относительно цепи AIGND.
3-WIRE	Цифровой мультиметр	Three Wire (трехпроводной) – источник напряжения для цифрового мультиметра, используется при измерении параметров транзистора.
CURRENT HI		Positive Current (положительный токовый контакт) – вход мультиметра положительной полярности для всех измерений, кроме измерения напряжения. NI ELVIS заземлен.
CURRENT LO		Negative Current (отрицательный токовый контакт) – вход мультиметра отрицательной полярности для всех измерений, кроме измерения напряжения. NI ELVIS заземлен.
VOLTAGE HI		Positive Voltage (контакт положительного напряжения) – вход положительной полярности для вольтметра мультиметра.
VOLTAGE LO		Negative Voltage (контакт отрицательного напряжения) – вход отрицательной полярности для вольтметра мультиметра.

Таблица 3-1. Описание сигналов (продолжение)

Название сигнала	Тип	Описание
DAC<0..1>	Аналоговый выход общего назначения	Analog Channel Output for Channels 0 through 1 – аналоговые выходные каналы 0 и 1 модуля ввода-вывода. Подробная информация об аналоговых выходах приведена в справочной системе <i>M Series Help</i> на модули М серии и в приложении С, <i>Принцип действия</i> .
FUNC_OUT	Функциональный генератор	Function Output – выход функционального генератора.
SYNC_OUT		Synchronization Output – выходной сигнал синхронизации в уровнях ТТЛ той же частоты, что и сигнал на контакте FUNC_OUT.
AM_IN		Amplitude Modulation Input – вход амплитудной модуляции сигнала функционального генератора.
FM_IN		Frequency Modulation Input – вход частотной модуляции сигнала функционального генератора.
BANANA<A..D>	Пользовательские гнезда ввода/вывода	Banana Jacks A through D – гнезда штекерного типа A÷D для подключения к контрольным точкам исследуемого объекта.
BNC<1..2>+	Пользовательские разъемы ввода/вывода	BNC Connectors 1 and 2 (+) – разъемы типа BNC 1 и 2 (+) для подключения к контрольным точкам исследуемого объекта.
BNC<1..2>-		BNC Connectors 1 and 2 (-) – разъемы типа BNC 1 и 2 (-) для подключения к контрольным точкам исследуемого объекта.
SUPPLY+	Регулируемые блоки питания	Выход регулируемого блока питания с положительным выходным напряжением (+) от 0 до 12 В.
GROUND	Регулируемые блоки питания, источники постоянного тока	Ground – общая цепь макетной платы – "заземление". Все контакты макетной платы с таким обозначением соединены между собой.
SUPPLY-	Регулируемые блоки питания	Выход регулируемого блока питания с отрицательным выходным напряжением (-) от -12 до 0 В.
+15 V	Источники постоянного тока	Выход источника питания +15 В, относительно цепи GROUND, нерегулируемый.
-15 V		Выход источника питания -15 В, относительно цепи GROUND, нерегулируемый.
GROUND		Ground – общая цепь макетной платы – "заземление". Все контакты макетной платы с таким обозначением соединены.
+5 V		Выход источника питания +5 В, относительно цепи GROUND, нерегулируемый.
DO<0..7>	Цифровой ввод/вывод	Digital Output Lines 0 through 7 – линии цифрового вывода DO 0÷7 – выход шины записи. Эти линии используются виртуальным прибором Digital Bus Writer для генерации цифровых данных.
WR ENABLE		Write Enable (разрешение записи) – сигнал с активным низким уровнем, формируется при выводе на линии DO<0..7>.
LATCH		Latch (фиксация) – выход, на который подаётся импульс низкого уровня при готовности данных на шине DO<0..7>.

Таблица 3-1. Описание сигналов (окончание)

Название сигнала	Тип	Описание
GLB RESET	Цифровой ввод/вывод	Global Reset – общий сброс – выход, на который подаётся сигнал при сбросе всех настроек аппаратных средств NI ELVIS.
RD ENABLE		Read Enable – разрешение считывания – сигнал с активным низким уровнем, формируется при чтении данных с шины DI <0..7>.
DI<0..7>		Digital Input Lines 0 through 7 – линии цифрового ввода DI 0÷7 – вход шины чтения. Эти линии используются виртуальным прибором Digital Bus Reader для чтения цифровых данных.
ADDRESS<0..3>		Address Lines 0 through 3 – линии 0÷3 шины адреса.
LED<0..7>	Пользовательские гнезда ввода/вывода	LEDs 0 through 7 – светодиоды 0÷7 – входные гнезда для подключения светодиодов.
DSUB SHIELD		D-Sub Shield – гнездо цепи экранировки сигналов разъема D-Sub.
DSUB PIN<1..9>		D-Sub Pins 1 through 9 – гнезда к контактам 1÷9 разъема D-Sub.
+5 V	Источник постоянного тока	Выход источника питания +5 В, относительно цепи GROUND, нерегулируемый.
GROUND		Ground – общая цепь макетной платы – "заземление". Все контакты макетной платы с таким обозначением соединены между собой.

На макетной плате NI ELVIS есть гнезда, которые подключены непосредственно к контактам модуля ввода-вывода М серии. Эти гнезда и соответствующие им сигналы описаны в таблице 3-2.

Таблица 3-2. Разводка сигналов для модуля ввода-вывода М серии

Название сигнала на макетной плате	Направление ¹	Название сигнала в модуле ввода-вывода М серии	Описание ²
PFI 1	Вход	PFI 1/P 1.1	Вход PFI или статический цифровой вход
PFI 2	Вход	PFI 2/P 1.2	Вход PFI или статический цифровой вход
PFI 5	Вход	PFI 5/P 1.5	Вход PFI или статический цифровой вход
PFI 6	Вход	PFI 6/P 1.6	Вход PFI или статический цифровой вход
PFI 7	Вход	PFI 7/P 1.7	Вход PFI или статический цифровой вход
SCANCLK	Выход	PFI 11/P 2.3	Выход PFI или статический цифровой выход
RESERVED	Выход	PFI 10/P 2.2	Выход PFI или статический цифровой выход
CTR0_SOURCE	Вход	PFI 8/P 2.0	Вход PFI или статический цифровой вход (по умолчанию CTR 0 SRC в NI-DAQmx)
CTR0_GATE	Вход	PFI 9/P 2.1	Вход PFI или статический цифровой вход (по умолчанию CTR 0 GATE в NI-DAQmx)

Таблица 3-2. Разводка сигналов на DAQ приборе М серии (окончание)

Название сигнала на макетной плате	Направление ¹	Название сигнала в модуле ввода-вывода М серии	Описание ²
CTR0_OUTPUT	Выход	PFI 12/P 2.4	Выход PFI или статический цифровой выход (по умолчанию CTR 0 OUT в NI-DAQmx)
CTR1_SOURCE	Вход	PFI 3/P 1.3	Вход PFI или статический цифровой вход (по умолчанию CTR 0 SRC в NI-DAQmx)
CTR1_GATE	Вход	PFI 4/P 1.4	Вход PFI или статический цифровой вход (по умолчанию CTR 0 GATE в NI-DAQmx)
CTR1_OUTPUT	Выход	PFI 13/P 2.5	Выход PFI или статический цифровой выход (по умолчанию CTR 0 OUT в NI-DAQmx)
FREQ_OUT	Выход	PFI 14/P 2.6	Выход PFI или статический цифровой выход
¹ В модулях ввода-вывода М серии вы можете конфигурировать все эти сигналы как входные или выходные; однако, при использовании рабочей станции NI ELVIS эти сигналы имеют фиксированное направление – или ввод, или вывод. ² За более полным описанием этих сигналов обратитесь к разделу <i>PFI Signal Descriptions</i> справочной системы M Series DAQ device Help.			



Примечание. В приложении E, *Модули ввода-вывода для NI ELVIS* приведено описание сигналов модулей ввода-вывода E серии.

3.3.3. Описание сигналов PFI

PFI Input – вход с программируемой функцией (Programmable Function Input). Сигналы, подаваемые на такие входы от внешнего источника, могут служить сигналами синхронизации операций аналогового и цифрового ввода и вывода или входными сигналами счетчиков/таймеров. Входы PFI можно также использовать как статические цифровые входы (Static Digital Input) – порт 1 или порт 2.

PFI Output – выход с программируемой функцией вывода. На подобные выходы могут быть направлены различные сигналы внутренней синхронизации аналогового и цифрового ввода и вывода, а также выходные сигналы таймеров/счетчиков. Эти выходы можно также использовать в качестве статических цифровых выходов (Static Digital Output) – порт 1 или порт 2.

3.4. Подключение сигналов

В этом разделе приведена информация о подключении сигналов, с помощью которых организовано взаимодействие NI ELVIS и модуля ввода-вывода. В приложении D *Конфликты ресурсов* можно найти таблицу, в которой показаны возможные конфликты ресурсов при подключении сигналов NI ELVIS.



Внимание! Прежде, чем открывать корпус станции, подключать или отключать сигнальные проводники, ознакомьтесь с документом *Read Me First: Safety and Radio-Frequency Interference*.

3.4.1. Организация заземления

Поскольку в системе используются дифференциальные аналоговые входные каналы, то где-то в схеме подключения сигналов необходимо предусмотреть точку заземления. Измерение осуществляется правильно, если один из выводов источника измеряемого сигнала соединен с цепью GROUND NI ELVIS. В случае плавающего источника сигнала, например, батарейки, убедитесь, что один из выводов источника подключен к контакту GROUND NI ELVIS (заземлению NI ELVIS). Гнезда GROUND NI ELVIS расположены в нескольких местах макетной платы и соединены между собой.

3.4.2. Подключение входных аналоговых сигналов

В этом разделе рассмотрены особенности подключения входных аналоговых сигналов на макетной плате NI ELVIS. Для получения более подробной информации о типах источников сигнала, режимах ввода, способах заземления и плавающих источниках сигнала читайте техническую документацию на модуль ввода-вывода.

Типовой аналоговый ввод

На макетной плате NI ELVIS доступны шесть дифференциальных каналов аналогового ввода – ACH<0..5>. Эти каналы напрямую подсоединены к входным контактам модуля ввода-вывода. В NI ELVIS также есть два контакта для общего провода (заземления), AISENSE и AIGND, подключенные к соответствующим контактам модуля ввода-вывода серии M. В таблице 3-3 показано соответствие входных каналов модуля ввода-вывода входным каналам NI ELVIS.

Таблица 3-3. Соответствие аналоговых входов

Входной канал NI ELVIS	Входной канал модуля ввода-вывода
ACH0+	AI 0
ACH0–	AI 8
ACH1+	AI 1
ACH1–	AI 9
ACH2+	AI 2
ACH2–	AI 10
ACH3+	AI 3
ACH3–	AI 11
ACH4+	AI 4
ACH4–	AI 12
ACH5+	AI 5
ACH5–	AI 13
AISENSE	AISENSE
AIGND	AIGND

В следующих разделах рассматриваются некоторые специальные вопросы подключения входных аналоговых сигналов на макетной плате, в том числе каналов, принадлежащих осциллографу и цифровому мультиметру.

Конфликты ресурсов

Некоторые из каналов аналогового ввода предназначены для обслуживания внутренних схем приборов, но большую часть времени этими каналами можно пользоваться. Каналы ACH<0..2> могут быть использованы всегда. Цифровой мультиметр захватывает канал ACH5 в режимах измерения параметров импеданса, таких как измерение ёмкости, тестирование диодов и т.д. При работе осциллографа задействованы каналы ACH3 и ACH4, поэтому, во избежание наложения сигналов, занимать эти каналы не следует. Подробная информация о возможных конфликтах ресурсов содержится в приложении D, *Конфликты ресурсов*, а в таблице 3-4 приведены сведения о конфликтах каналов аналогового ввода.

Таблица 3-4. Конфликты ресурсов в каналах аналогового ввода

Канал аналогового ввода	Конфликт
0	Нет
1	Нет
2	Нет
3	Канал А осциллографа
4	Канал В осциллографа
5	Цифровой мультиметр в режиме измерения емкости, проверки диода

Цифровой мультиметр

Входы мультиметра CURRENT и VOLTAGE, используемые для измерений параметров транзистора, доступны также и на макетной плате. Дифференциальные входы вольтметра обозначены VOLTAGE HI и VOLTAGE LO, остальные функциональные возможности мультиметра реализуются с помощью гнезд CURRENT HI и CURRENT LO. Для измерений параметров четырехполюсников предназначены как гнезда 3-WIRE, так и гнезда CURRENT HI и CURRENT LO. При работе с цифровым мультиметром нельзя использовать канал АСН 5.



Внимание! Подключая сигналы одновременно к разъёмам мультиметра на панели управления и к гнездам на макетной плате, вы их замыкаете, что может повредить схему, собранную на макетной плате.

Осциллограф

Входные разъёмы осциллографа на макетной плате обозначены CH<A...B>+, CH<A...B>- и TRIGGER. Сигналы CH<A...B> выводятся непосредственно на каналы АСН3 и АСН4 модуля ввода-вывода, поэтому при работе с осциллографом нельзя использовать каналы АСН 3 и 4.



Внимание! Подключая сигналы одновременно к разъёмам осциллографа на панели управления и к гнездам на макетной плате, вы их замыкаете, что может повредить схему, собранную на макетной плате.

3.4.3. Подключение выходных аналоговых сигналов

В этом разделе рассматривается подключение выходных аналоговых сигналов на макетной плате NI ELVIS.

Типовой аналоговый вывод

NI ELVIS обеспечивает доступ к двум цифро-аналоговым преобразователям (ЦАП) модуля ввода-вывода через гнезда DAC0 и

DAC1. Эти каналы используются оборудованием NI ELVIS для генерации сигналов произвольной формы. Выходы DAQ прибора буферизированы и защищены аппаратными средствами NI ELVIS.



Внимание! Приборы NI ELVIS, такие как мультиметр и функциональный генератор, обращаются к этим ЦАП по внутренним каналам, поэтому возможно их влияние на результаты измерений. Драйвер формирует сообщение об ошибке, если обнаруживается конфликт использования этих ресурсов.

Нерегулируемые источники питания постоянного тока

Нерегулируемые источники питания предназначены для формирования напряжений ± 15 В и +5 В. Более подробную информацию можно найти в приложении А, *Спецификации*.

Функциональный генератор

Кроме гнезда для выходного сигнала FUNC_OUT на макетной плате есть ещё несколько дополнительных гнезд, относящихся к функциональному генератору. На гнездо SYNC_OUT подаётся ТТЛ-совместимый сигнал синхронизации той же частоты, что и выходной сигнал. Гнезда AM_IN и FM_IN предназначены для сигналов управления амплитудной и частотной модуляцией соответственно. Эти гнезда должны оставаться свободными, если вы не хотите модулировать выходной сигнал функционального генератора FGEN. Сигналы AM_IN и FM_IN дополняют регуляторы для точной настройки частоты и амплитуды сигнала, расположенные на панели управления рабочей станции. Управление амплитудной и частотной модуляцией реализуется программно через DAC0 и DAC1 соответственно.

Регулируемые блоки питания

Регулируемые блоки питания позволяют устанавливать напряжения в диапазоне от 0 до +12 В на выходе SUPPLY+ и от -12 до 0 В на выходе SUPPLY-. На гнездо GROUND выведен общий провод блоков питания постоянного тока.

Анализатор АЧХ/ФЧХ

В анализаторе АЧХ/ФЧХ для формирования стимулирующего воздействия используется функциональный генератор, а для измерения стимулирующего воздействия и реакции на него используются каналы аналогового ввода АСН 0 и АСН 1. На макетной плате гнездо FUNC_OUT необходимо подключить ко входу исследуемой схемы и к каналу АСН 1. Выход схемы подсоедините к каналу АСН 0.

Анализатор вольт-амперных характеристик двухполюсников

При работе с анализатором вольтамперных характеристик двухполюсников сигнал подключают к гнездам Current Hi и Current Low.

Анализатор вольт-амперных характеристик четырехполюсников

При работе с этим анализатором для построения вольтамперных характеристик биполярного транзистора n-p-n типа используют гнезда Current Hi, Current Low и 3-wire.

Таблица 3-5. Подключение n-p-n транзистора на макетной плате

Выводы n-p-n транзистора	Выводы на макетной плате
Коллектор	3-Wire
База	Current Hi
Эмиттер	Current Low

Анализатор импеданса

При работе с анализатором импеданса NI ELVIS подайте сигналы на гнезда Current Hi и Current Low.

3.4.4. Подключение цифровых сигналов ввода/вывода

Цифровые сигналы ввода/вывода совместимы с уровнями ТТЛ. Характеристики сигналов цифрового ввода DI и вывода DO приведены в приложении А, *Спецификации*.

Если вы работаете в режиме транзитной передачи, обратитесь к приложению F, *Использование режима транзитной передачи*, в котором подробно описано применение сигналов цифрового ввода-вывода.

3.4.5. Подключение сигналов счетчика-таймера

Макетная плата предоставляет доступ ко входам счетчиков/таймеров модуля ввода-вывода, которыми можно также управлять программно. Эти входы используются при подсчете ТТЛ сигналов и обнаружении фронтов сигналов. Гнезда CTR0_SOURCE, CTR0_GATE, CTR0_OUT, CTR1_GATE и CTR1_OUT по умолчанию подключены к линиям PFI счетчиков Counter 0 и Counter 1 модуля ввода-вывода в соответствии с таблицей 3-2. Более подробно об использовании и конфигурировании счетчиков/таймеров читайте в документации на модуль ввода-вывода.

3.4.6. Подключение сигналов пользователя

На макетной плате предусмотрено несколько разъёмов различных типов для подключения к произвольным точкам схемы: четыре разъёма штекерного типа, два BNC-разъёма и разъём типа D-Sub. Каждый контакт этих разъёмов соединен с линейками гнезд на макетной плате.

Восемь светодиодов (LED) могут быть подключены к линиям цифрового вывода общего назначения. Анод каждого светодиода соединен с рядом гнезд через резистор в 220 Ом, а катод – с общей цепью "GROUND".

Исчерпывающая информация о наименовании разъёмов пользователя приведена в таблице 3-1.

4. Калибровка

Электронные компоненты NI ELVIS, такие, как АЦП, обладают нелинейностью, временным и температурным дрейфом. Для компенсации этих источников погрешностей требуется самокалибровка прибора. Чтобы повысить точность измерений системы, необходимо периодически калибровать как рабочую станцию NI ELVIS, так и модуль ввода-вывода М серии.

4.1. Запуск программы калибровки NI ELVIS

Для самокалибровки модуля ввода-вывода М серии выполните следующие действия:

1. Запустите программу MAX.
2. Разверните пункт **Devices and Interfaces**.
3. В списке приборов и интерфейсов найдите строку модуля ввода-вывода М серии.
4. Щелкните правой кнопкой мыши по этой строке.
5. Выберите в раскрывшемся контекстном меню пункт **Self-Calibrate**.

Для калибровки рабочей станции NI ELVIS запустите утилиту калибровки из меню NI ELVIS **Start»National Instruments»NI ELVIS»Calibration Wizard**.

Вы можете использовать мастер NI ELVIS Calibration Wizard для калибровки регулируемого источника питания и функционального генератора.



Примечание. Калибровка этих приборов применяется только при работе в режиме программного управления.



5. Приложение А. Спецификации

В этом приложении приведены спецификации технических характеристик NI ELVIS. Эти характеристики действительны после прогрева в течение 30 минут при 23 °C, если не оговорены иные условия.



Примечание. В программное обеспечение NI ELVIS включена утилита калибровки, которая позволяет периодически калибровать регулируемые источники питания и функциональный генератор.

Аналоговый ввод сигналов

Смотрите раздел *Аналоговый ввод* в технической спецификации модуля ввода-вывода.

Генератор сигналов произвольной формы¹/Аналоговый вывод

Количество выходных каналов	2
Максимальная частота	от 0 до частоты обновления на выходе АО, деленной на 10
Частотный диапазон при полной мощности	27 кГц
Амплитуда выходного сигнала	±10 В
Разрешение	12 или 16 бит, зависит от модуля ввода-вывода
Выходной ток нагрузки	25 мА
Выходное сопротивление	1 Ом
Скорость нарастания выходного напряжения ...	1,5 В/мкс

¹ Генератор сигналов произвольной формы не работает с модулями NI 6014, NI 6024E и NI 6036E

АЧХ/ФЧХ анализатор

Разрешение по амплитуде	12 или 16 бит, зависит от модуля ввода-вывода
Разрешение по фазе	1 градус
Диапазон частот	5 Гц ÷ 35 кГц

Источники постоянного тока

+15 В

Выходной ток	500 мА, при перегрузке выключать не надо, схема восстанавливается после уменьшения тока ниже этой уставки
Выходное напряжение	+15 В ±5% (без нагрузки)
Нестабильность от сети	0,5% максимум
Нестабильность ¹ , при изменении нагрузки от 0 до максимальной	1% типовая, 5 % максимальная
Пульсации и шумы	1%

-15 В

Выходной ток ²	500 мА, при перегрузке выключать не надо, схема восстанавливается после уменьшения тока ниже этой уставки
Выходное напряжение	-15 В ±5% (без нагрузки)
Нестабильность от сети	0,5% максимум
Нестабильность ¹ , при изменении нагрузки от 0 до максимальной	1% типовая, 5 % максимальная
Пульсации и шумы	1%

² Суммарный ток, потребляемый от источника питания -15 В и регулируемых источников питания, не может превышать 500 мА

+5 В

Выходной ток	2 А, при перегрузке выключать не надо, схема восстанавливается после уменьшения тока ниже этой уставки
Выходное напряжение	+5 В $\pm 5\%$ (без нагрузки)
Нестабильность от сети	0,5% максимум
Нестабильность ¹ , при изменении нагрузки от 0 до максимальной	22% типовая, 30 % максимальная
Пульсации и шумы	1%

Цифровой ввод/вывод**Разрешение**

Входной цифровой канал	8 бит
Выходной цифровой канал	8 бит
Цифровая адресация	4 бита

Цифровой ввод

I_I	1 мкА максимум
V_{IH}	2.0 В минимум
V_{IL}	0.8 В максимум

¹ Полная нагрузка соответствует максимальному выходному току источника питания. Нестабильность нагрузки линейна от 0 до полной нагрузки. Таким образом, при нагрузке в 50 % от полной, выходное напряжение падает на 50% относительно специфицированного значения нестабильности.

Цифровой вывод

V_{OH}	3.38 В минимум при 6 мА, 4.4 В минимум при 20 мкА
V_{OL}	0.86 В минимум при 6 мА, 0.1 В минимум при 20 мкА

Цифровой мультиметр**Измерение ёмкостей**

Погрешность	1%
Диапазон (в 3 поддиапазонах)	50 пФ – 500 мкФ,
Частота тестового синусоидального сигнала, на которой проводятся измерения (выбирается программно)	120 или 950 Гц,
Максимальный размах тестового сигнала (выбирается программно)	1 В _{р-р}

Измерение целостности цепи

Пороговое сопротивление (выбирается программно)	15 Ом максимум
Напряжение, при котором проводится тестирование	3,89 В
Частота тестового синусоидального сигнала, на которой проводятся измерения (выбирается программно).....	120 или 950 Гц,
Максимальный размах тестового сигнала (выбирается программно).....	1 В _{р-р}

Измерение силы тока

Погрешность измерения	
переменного тока	0,25% ± 3 мА ^{1,2}
постоянного тока	0,25% ± 3 мА ²
Синфазное напряжение	± 20 В максимум
Подавление синфазного сигнала	70 дБ минимум
Диапазон (на двух поддиапазонах)	± 250 мА максимум,
Разрешение (зависит от модуля ввода-вывода)..	12 или 16 бит
Сопротивление шунта	0,5 Ом
Падение напряжения	2 мВ/мА

¹ от 25 Гц до 10 кГц

² коррекция нуля при измерениях с высоким синфазным напряжением может уменьшить погрешность смещения от ± 3 мА до 200 мкА шумового тока

Измерение параметров диодов³

Пороговое напряжение	1,1 В максимум
----------------------------	----------------

³ Для измерения параметров диода рекомендуется использовать виртуальный прибор "Анализатор вольтамперных характеристик двухполюсников"

Измерение индуктивностей

Погрешность измерения	1%
Диапазон	100 мкГн – 100 мГн
Частота тестового синусоидального сигнала, на которой проводятся измерения (выбирается программно)	950 Гц,
Максимальный размах тестового сигнала (выбирается программно).....	1 В _{р-р}

Измерение сопротивлений

Погрешность измерения	1%
Диапазон (4 поддиапазона)	5 Ом – 3 МОм
Частота тестового синусоидального сигнала, на которой проводятся измерения (выбирается программно)	120 Гц
Максимальный размах тестового сигнала (выбирается программно)	1 В _{р-р}

Измерение напряжения

Переменный ток

погрешность измерения ¹	0,3% ±0.001% от предела
диапазон (4 поддиапазона)	±14 В _{RMS} максимум

Постоянный ток

погрешность измерения ¹	0,3% ±0.001% от предела
диапазон (4 поддиапазона)	±20 В максимум,
Входное сопротивление	1 МОм

¹ от 100 Гц до 10 кГц**Анализатор спектра**

Входной диапазон (4 поддиапазона)	±10 В
Разрешение по входу (зависит от модуля ввода-вывода)	12 или 16 бит

Функциональный генератор

Диапазон частот (5 поддиапазонов)	5 Гц – 250 кГц
Программно управляемое разрешение по частоте	0,8 %
Погрешность установки частоты	3% от диапазона, максимум
Погрешность невоспроизводимости частоты	±0,01%
Амплитуда выходного сигнала	±2,5 В
Программное разрешение по амплитуде	8 бит
Диапазон смещения напряжения	±5 В
Напряжение амплитудной модуляции	10 В максимум
Глубина амплитудной модуляции	до 100%
Напряжение частотной модуляции	10 В максимум
Неравномерность амплитудной характеристики	
до 50 кГц	0,5 дБ
до 250 кГц	3 дБ
Глубина частотной модуляции (от предела)	±5% максимум
Выходное сопротивление (информация о настройках выходного сопротивления приведена в приложении С, <i>Принцип действия</i>)	50 Ом (не более)

Анализатор импеданса

Диапазон частот измерения	5 Гц – 35 кГц
---------------------------------	---------------

Осциллограф

Смотрите раздел *Аналоговый ввод* спецификации на модуль ввода-вывода.

Анализатор вольтамперных характеристик двухполюсников

Диапазон значений силы тока	±10 мА
Диапазон изменения напряжения развёртки	±10 В

Анализатор вольтамперных характеристик четырёхполюсников¹

Минимальный шаг изменения тока базы 15 мкА

Максимальный ток коллектора 10 мА

Максимальное напряжение на коллекторе 10 В

¹ Этот виртуальный прибор предназначен для работы только с биполярными транзисторами n-p-n типа.

Регулируемые блоки питания

Блок положительного напряжения

Выходное напряжение от 0 до +12 В

Пульсации и шумы 0,25%

Программно управляемое разрешение 7 бит

Ограничения по току 160 мА при 0,5 В,
275 мА при 5 В,
450 мА при 12 В

Блок отрицательного напряжения

Выходное напряжение от 0 до -12 В

Пульсация и шумы 0,25%

Программно управляемое разрешение 7 бит

Ограничения по току 130 мА при 0,5 В,
290 мА при 5 В,
450 мА при 12 В ²

² Суммарный ток, потребляемый от источника питания -15 В и регулируемых источников питания, не может превышать 500 мА

Массогабаритные характеристики

Габаритные размеры 31.75 × 30.48 × 12.7 см

Масса 4.08 кг

Максимальное рабочее напряжение

Максимальное рабочее напряжение определяется, как сумма напряжения сигнала и синфазного напряжения.

Напряжение "канал – заземление" (измерения по категории 1) ± 20 В

Напряжение "канал – канал" (измерения по категории 1) ± 20 В



Внимание! Не подключайте источники сигналов с установок категорий II, III и IV

Условия окружающей среды

Рабочая температура	от 0 до 40 °C
Температура хранения	от -20 до 70 °C
Влажность (относительная, без конденсации) ..	от 10 до 90%
Максимальная высота	2000 м
Степень загрязнённости (использовать только внутри помещения)	2

Безопасность

Аппаратура NI ELVIS отвечает требованиям следующих стандартов техники безопасности и стандартов электрического контрольно-измерительного оборудования для работы в лабораторных условиях:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 61010-1
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1



Примечание. Информацию о стандарте UL и других сертификатах безопасности можно найти на ярлыках изделий или на сайте ni.com/certification по номеру модели и модельного ряда. Щелкните по соответствующей ссылке в столбце Certification.

Электромагнитная совместимость

Электромагнитные излучения.....	EN 55011 Class A на 10 м. FCC Part 15A выше 1 ГГц
Электрическая устойчивость	EN 61326:1997 + A2:2001, Таблица 1
EMC/EMI	CE, C-Tick и FCC Part 15 (Class A)



Примечание. Для полного соответствия требованиям стандарта EMC (электромагнитная совместимость) прибор необходимо использовать с экранированный кабелем. Кроме того, должны быть установлены все корпуса и защитные панели.

Совместимость со стандартом CE

NI ELVIS соответствует всем существенным требованиям действующих Европейских директив стандарта CE, в том числе:

по безопасности работы с низким напряжением: 73/23/EEC

по электромагнитной совместимости: 89/336/EEC



Примечание. За дополнительной информацией о совместимости обращайтесь к Декларации о соответствии (Declaration of Conformity) для этого изделия. Для получения Декларации о соответствии этого изделия зайдите на ni.com/certification, выполните поиск по номеру модели или модельному ряду и щелкните по соответствующей ссылке в колонке Certification.

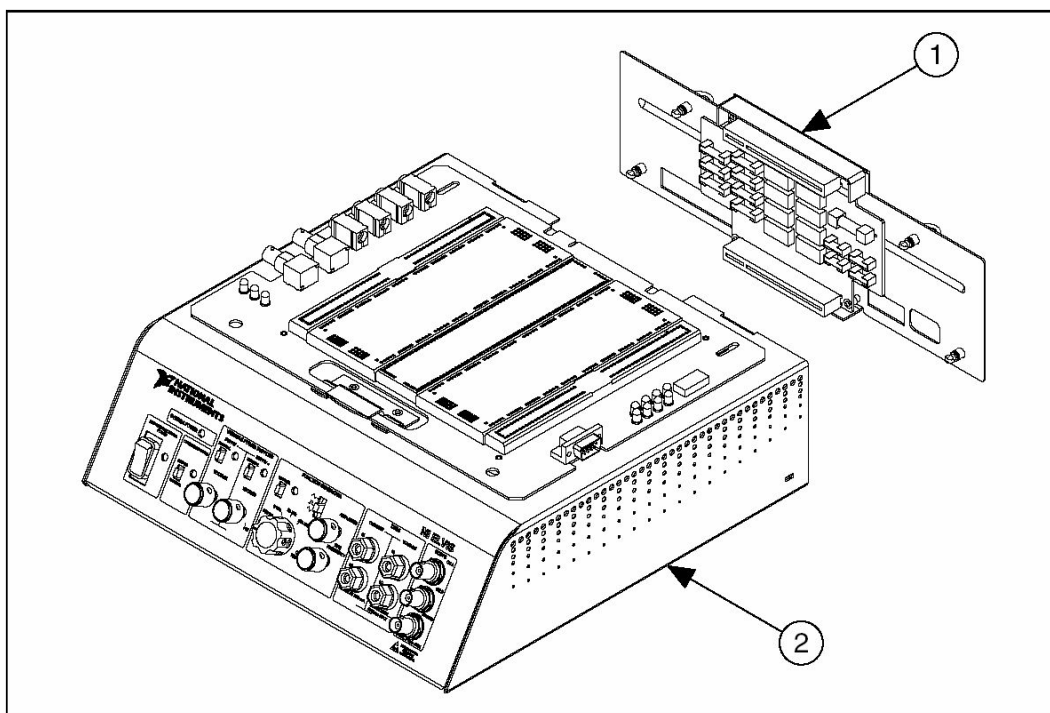
В

6. Приложение В. Предохранители защитной платы

В этом приложении описаны плавкие предохранители защитной платы NI ELVIS, а также даны инструкции по извлечению защитной платы из рабочей станции NI ELVIS, обнаружению и замене плавких предохранителей.

6.1. Извлечение защитной платы

На рисунке В-1 показано, как извлечь плату защиты из рабочей станции NI ELVIS. Подробную схему расположения компонентов настольной рабочей станции NI ELVIS можно найти в документе *Where to Start with NI ELVIS*.



1 Задняя панель с платой защиты

2 Настольная рабочая станция NI ELVIS

Рисунок В-1. Рабочая станция NI ELVIS с извлеченной платой защиты

Чтобы извлечь плату защиты из рабочей станции, выполните следующие действия, сверяясь, по мере необходимости, с рисунком В-1.

1. Отключите кабель питания NI ELVIS из розетки. Рисунок, на котором показано расположение выключателя питания, можно найти в документе *Where to Start with NI ELVIS*.
2. Отсоедините от рабочей станции 68-контактный кабель модуля ввода-вывода и кабель питания.
3. Извлеките макетную плату из рабочей станции.
4. Отвинтите четыре невыпадающих винта, расположенных на задней панели NI ELVIS.
5. Осторожно потяните за невыпадающие винты и извлеките панель с платой защиты из рабочей станции.

6.2. Наладка платы защиты

Плата защиты предназначена для обеспечения требуемого уровня электрической защиты между макетной платой и материнской платой NI ELVIS. На этой плате находятся плавкие предохранители для защиты от перегрузки по току выходов блоков питания, цифрового мультиметра, каналов аналогового вывода, а также ограничивающие ток резисторы 100 Ом для слаботочных цепей (цифровые каналы, каналы аналогового ввода). Если величина тока в соответствующей цепи связи с макетной платой превышает определенное значение, предохранитель или резистор выходит из строя, разрывая соответствующую цепь.

Линии +15 В, -15 В и +5 В защищены самовосстанавливающейся схемой электронной защиты. После исчезновения причины срабатывания защиты происходит восстановление нормального режима работы этих источников питания.

Для того, чтобы устранить неисправность защитной платы, вам понадобится цифровой мультиметр с омметром. Выполните следующие действия:

1. Отключите кабель питания NI ELVIS.
2. Извлеките плату защиты из рабочей станции. Отсоедините заднюю панель с защитной платой от остальной части NI ELVIS (см. раздел *Извлечение защитной платы*).

3. Проверьте плавкие предохранители, т.к. вероятнее всего, перегрузка вызвала перегорание какого-либо из них. Проверая плавкие предохранители, убедитесь, что в них нет разрывов. Если все предохранители в порядке, переходите к проверке блока резисторов.
4. Убедитесь, что сопротивление каждого резистора составляет $100\ \Omega \pm 5\%$. Резисторы расположены по одному между каждой следующей парой контактов: 1 и 16, 2 и 15, 3 и 14, 4 и 13, 5 и 12, 6 и 11, 7 и 10, 8 и 9. Резисторы смонтированы в сокет, так что вы легко можете заменить неисправные.



Внимание! Прежде чем включить питание, убедитесь, что причина, вызвавшая выход из строя компонентов защитной платы, устранена, чтобы избежать повторного перегорания плавких предохранителей или резисторов.

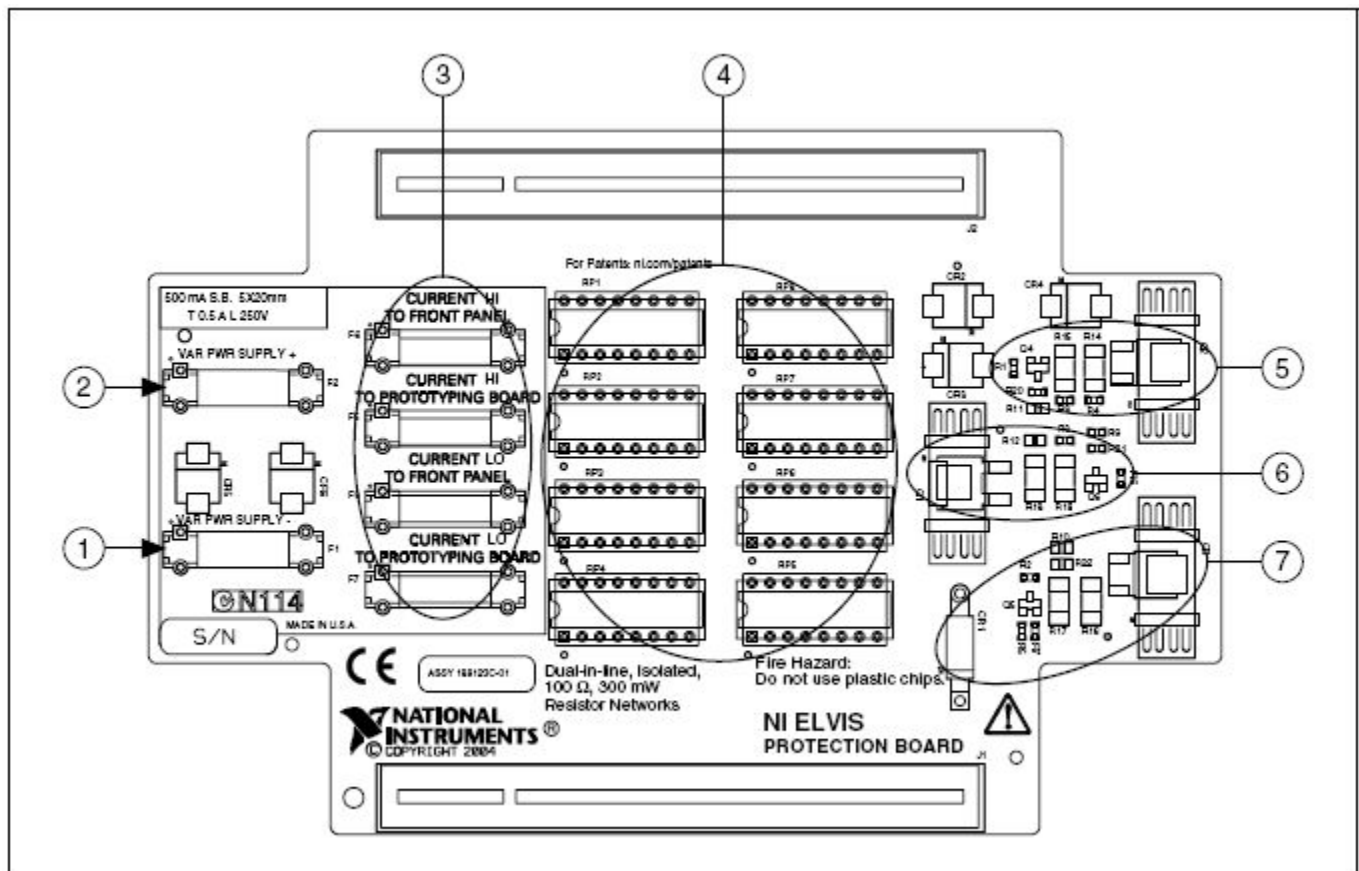
Для замены используйте плавкий предохранитель с задержкой срабатывания типа 0.5 A/250 V (T 0.5 A L 250 V), 5×20 мм Littelfuse.



Внимание! Заменяемый предохранитель должен быть того же типа и номинала, что и перегоревший.

Корпуса предохранителей в NI ELVIS стеклянные. Аккуратно извлекайте их, чтобы не пораниться о разбитое стекло.

На рис. В-2 показано расположение различных предохранителей и схем защиты в NI ELVIS, а также расположение блоков резисторов.



- | | |
|--|--|
| 1 Предохранитель источника питания - | 4 Блоки резисторов <1..8> |
| 2 Предохранитель источника питания + | 5 Схема защиты по току источника +15 В |
| 3 Токосые предохранители лицевой панели и макетной платы | 6 Схема защиты по току источника -15 В |
| | 7 Схема защиты по току источника +5 В |

Рисунок В-2. Схема расположения элементов на плате защиты NI ELVIS

В таблице В-1 показано соответствие между блоками резисторов и компонентами NI ELVIS.

Таблица В-1. Блоки резисторов и компоненты NI ELVIS

Блок резисторов	Компонент NI ELVIS
RP1	Аналоговый ввод
RP2	Аналоговый ввод
RP3	AM_IN, FUNC_OUT, SYNC_OUT, AI SENSE
RP4	Ввод/вывод счетчиков/таймеров
RP5	Цифровой вывод
RP6	Цифровой ввод
RP7	SCANCLK, каналы PFI (линии ввода/вывода с программируемой функцией)
RP8	ADDRESS <0..3>

6.3. Установка защитной платы

Чтобы вернуть NI ELVIS в рабочее состояние, необходимо установить защитную плату NI ELVIS на место. Для этого выполните следующие действия:

1. Установите разъем PCI защитной платы вместе с задней панелью в разъем на тыльной стороне рабочей станции.
2. Затяните четыре невыпадающих винта, расположенных на задней стороне задней панели.
3. Подключите 68-контактный кабель от модуля ввода-вывода и источник питания к рабочей станции.
4. Подключите кабель сетевого питания.
5. Включите питание NI ELVIS.

7. Приложение С. Принцип действия

В этом приложении приводятся сведения об основах функционирования схем NI ELVIS – цифрового мультиметра, функционального генератора, анализатора импеданса, анализаторов вольтамперных характеристик двух- и четырехполюсников, устройств аналогового вывода.



Примечание. Для уменьшения погрешности измерения калибруйте модуль ввода-вывода перед каждой серией измерений.

7.1. Измерения с помощью цифрового мультиметра

Во всех режимах измерений с помощью цифрового мультиметра модуль ввода-вывода конфигурируется на дифференциальную схему измерений. Каждый отсчет мультиметра снимается относительно цепи NI ELVIS GROUND. Программное обеспечение NI ELVIS, как правило, устанавливает границы входного сигнала, однако некоторые виртуальные приборы позволяют изменять эти границы вручную.



Примечание. NI ELVIS не позволяет измерять сигналы с большим уровнем синфазных напряжений. Плавающие источники сигналов необходимо заземлять.

7.1.1. Вольтметр

Когда вы работаете с вольтметром, дифференциальный канал номер семь модуля ввода-вывода (AI 7 и AI 15) используется для измерения уровней напряжения, приложенных к гнездам VOLTAGE HI и VOLTAGE LO NI ELVIS. Измеренные значения масштабируются с коэффициентом 0.5.

Блок-схема

На рисунке С-1 показана укрупненная блок-схема вольтметра NI ELVIS, а каждый его блок ниже рассматривается более детально.

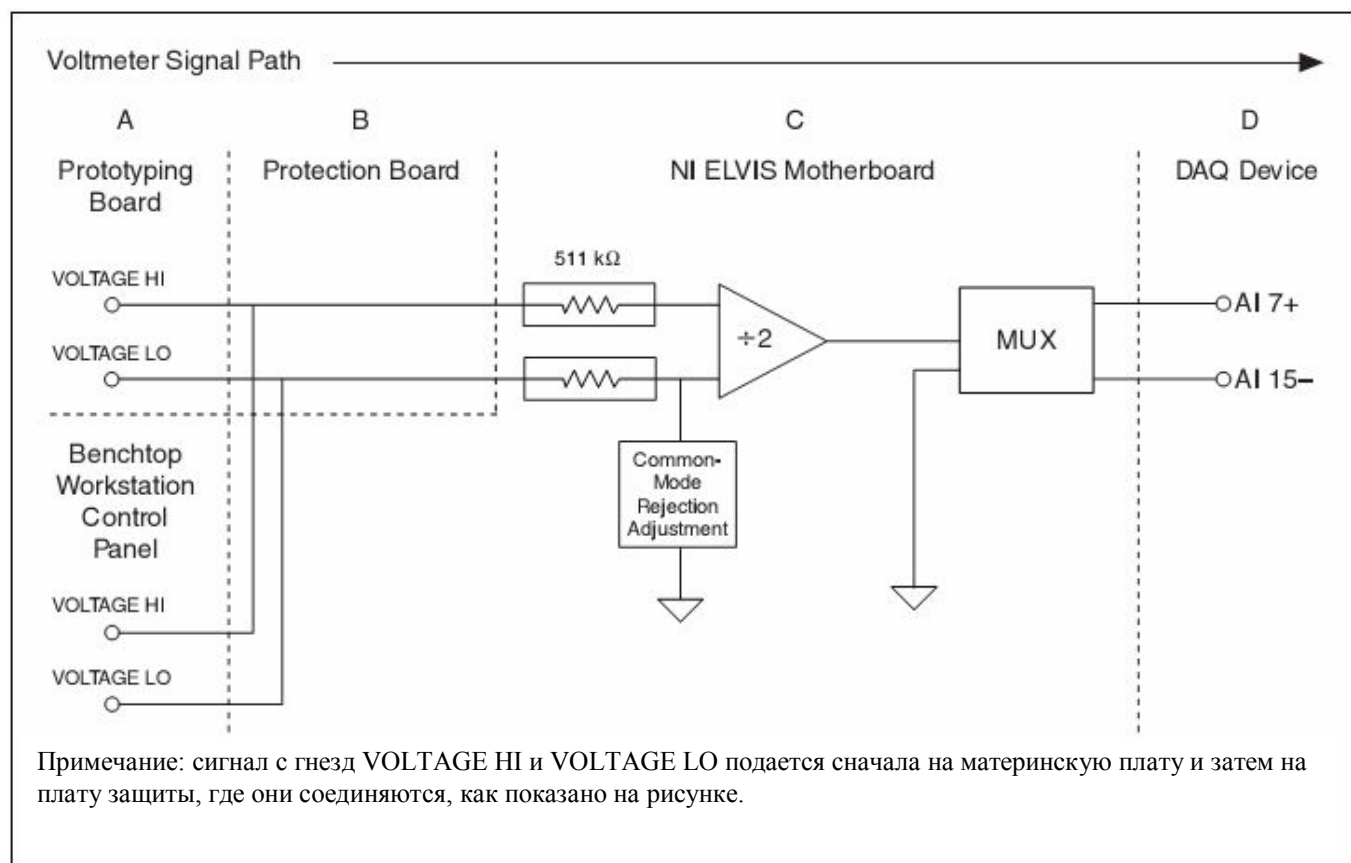


Рисунок С-1. Блок-схема вольтметра NI ELVIS

Разъемы макетной платы и настольной рабочей станции – На вход схемы вольтметра NI ELVIS сигнал может подаваться с макетной платы или с разъемов панели управления самой рабочей станции. Оба соединения активны даже при отключенном питании макетной платы.

Защитная плата – Входы схемы вольтметра не имеют внешней защиты на защитной плате. Сигналы от обоих источников сигналов объединяются на этой плате и проходят на материнскую плату NI ELVIS.

Материнская плата NI ELVIS – Входные клеммы VOLTAGE HI и VOLTAGE LO отделены от измерительной схемы резисторами 511 кОм. Ручная настройка для подавления синфазного сигнала выполняется на заводе. После подстройки подавление синфазного сигнала обычно превышает 80 дБ.

Входной каскад операционного усилителя, используемого в NI ELVIS, выполнен по дифференциальной схеме на полевых транзисторах с управляющим р-п переходом. Коэффициент передачи усилителя равен 0.5. Скорость нарастания входного сигнала обычно составляет 11 В/мкс. Такая высокая скорость нарастания способствует минимизации искажений сигнала переменного тока.

Для измерения напряжения внутри NI ELVIS с помощью мультиплексора (MUX) выбирается седьмой дифференциальный канал. Вольтметр нельзя запускать одновременно с другими функциями цифрового мультиметра.

Модуль ввода-вывода – модуль ввода-вывода (DAQ Device) считывает напряжение с седьмого дифференциального канала мультиплексора и преобразует его в значение, отображаемое с помощью программного обеспечения NI ELVIS.

Вычисления

В программируемом постоянном запоминающем устройстве с электрическим стиранием (ЭСПЗУ) NI ELVIS хранятся следующие величины:

- *Gain* – для коррекции коэффициента передачи NI ELVIS и модуля ввода-вывода;
- *Offset* – для коррекции смещения нуля NI ELVIS и модуля ввода-вывода;

Эти величины используются при вычислении отсчетов напряжения с NI ELVIS. Для вычисления напряжения, поступившего с седьмого дифференциального канала, используется следующая формула:

$$Voltage\ Read = \frac{VOLTAGE\ HI - VOLTAGE\ LO}{2}$$

Затем программное обеспечение NI ELVIS выполняет следующие вычисления:

$$Voltage\ Returned\ DC = (Voltage\ Read - Offset) \times Gain$$

$$Voltage\ Returned\ AC = Gain \times \sqrt{(VAC^2 - VDC^2)}$$

Величина *Voltage Returned* отображается с помощью программного обеспечения NI ELVIS.

7.1.2. Амперметр

Когда вы работаете с амперметром, ток, протекающий через между клеммами CURRENT HI и CURRENT LO, создает на подключенным к клеммам шунте падение напряжения, которое через дифференциальный канал номер семь подается для измерения в модуль ввода-вывода (AI 7 и AI 15). Измерения производятся относительно цепи GROUND NI ELVIS.

Блок-схема

На рисунке С-2 показана укрупненная блок-схема амперметра NI ELVIS, а каждый его блок далее рассматривается более подробно.

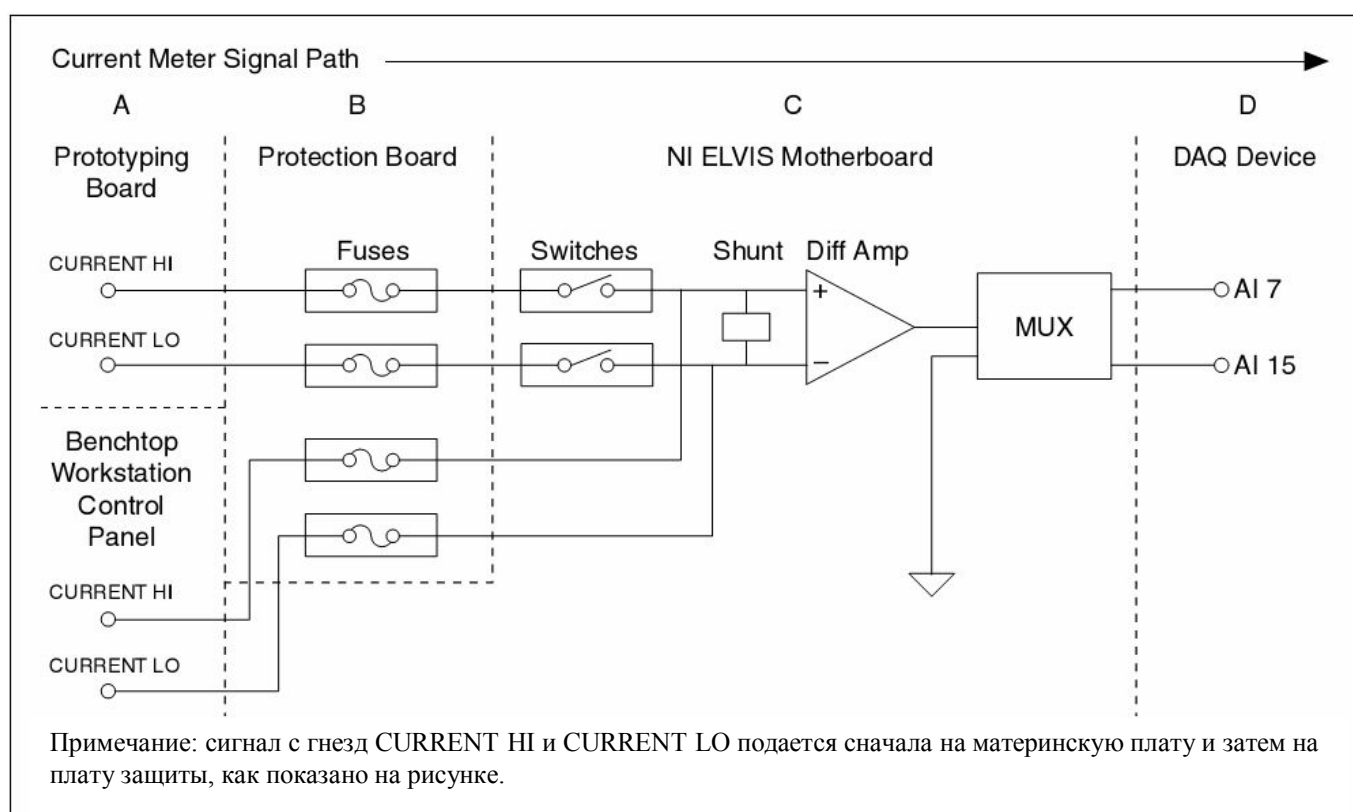


Рисунок С-2. Блок-схема амперметра NI ELVIS

Макетная плата и разъемы настольной рабочей станции – На вход амперметра NI ELVIS сигнал может подаваться с макетной платы или с разъемов панели управления рабочей станции. Когда макетная плата отключена от питания, клеммы CURRENT HI и CURRENT LO макетной платы отсоединены, и ток с макетной платы не поступает.

Защитная плата – Защитная плата имеет предохранители для каждого канала. Эти предохранители реагируют на превышение допустимого тока.

Материнская плата NI ELVIS – Для преобразования тока в напряжения на входе дифференциального усилителя используется резистивный шунт сопротивлением 0.5 Ом.

У амперметра не предусмотрена подстройка коэффициента подавления синфазного сигнала, значение этого коэффициента определяется только качеством дифференциальным усилителем.

Выходное напряжение усилителя подается на седьмой дифференциальный канал модуля ввода-вывода.

Модуль ввода-вывода – модуль ввода-вывода (DAQ Device) считывает напряжение с седьмого дифференциального канала мультиметра и преобразует его в значение тока, отображаемое с помощью программного обеспечения NI ELVIS

Вычисления

В ЭСППЗУ NI ELVIS хранятся следующие величины:

- *Gain* – для коррекции сопротивления шунта с учетом коэффициента передачи NI ELVIS и модуля ввода-вывода;
- *Offset* – для коррекции смещения нуля всей системы, включая NI ELVIS и модуль ввода-вывода;

Получаемое значение напряжения может использоваться для представления как постоянного, так и переменного тока. Переменная *Offset* должна устранить наибольшее смещение, вызванное NI ELVIS и/или модулем ввода-вывода.

VDC – постоянная составляющая измеренного напряжения на седьмом дифференциальном канале

VAC – переменная составляющая измеренного напряжения на седьмом дифференциальном канале

$$Current\ AC = Gain \times \sqrt{(VAC^2 - VDC^2)}$$

$$Current\ DC = (Voltage\ Read - Offset) \times Gain$$

Значения *Current AC* и *Current DC* отображаются с помощью программного обеспечения NI ELVIS.

7.2. Функциональный генератор

В состав NI ELVIS входит аппаратно реализованный функциональный генератор с режимами генерации синусоидальных, треугольных и прямоугольных сигналов. Вы можете модулировать выходной сигнал по амплитуде и частоте вручную или программным способом, либо используя комбинацию этих способов управления модуляцией.

Блок-схема

На рисунке С-3 показана укрупненная блок-схема функционального генератора NI ELVIS, а каждый его блок далее рассматривается более подробно.

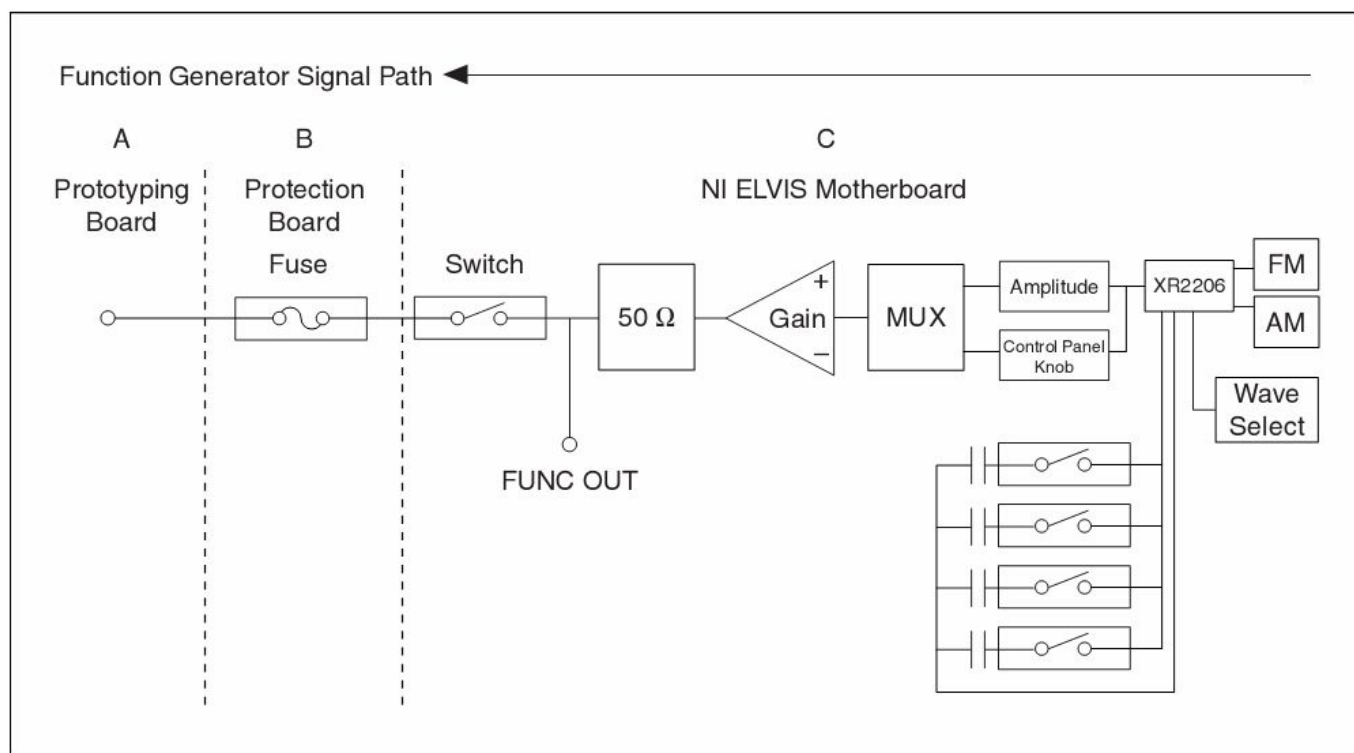


Рисунок С-3. Блок-схема функционального генератора

Разъемы макетной платы и настольной рабочей станции – Выходной сигнал FUNC_OUT функционального генератора есть только на макетной плате.

Защитная панель – На защитную плату сигнал функционального генератора проходит через защитный резистор 100 Ом, размыкаемый при перегрузке по току.

Материнская плата NI ELVIS – В NI ELVIS для генерации сигналов используется интегральная микросхема функционального генератора XR 2206 с возможностями амплитудной и частотной модуляции.

Вы можете регулировать амплитуду выходного сигнала с помощью внутреннего 8-разрядного цифроаналогового преобразователя или вручную с помощью ручки на панели управления настольной рабочей станции NI ELVIS.

Грубая установка частоты осуществляется с использованием одного из четырех конденсаторов частотной селекции. Точная настройка частоты осуществляется с помощью встроенного 8-разрядного цифроаналогового преобразователя.

Выходной сигнал FUNC_OUT через схему единичного усиления и резистор 50 Ом подается на другие приборы NI ELVIS.

Отключить функциональный генератор от макетной платы можно с помощью выключателя питания макетной платы.

7.3. Анализатор импеданса

Анализатор импеданса NI ELVIS – это виртуальный прибор, предназначенный для измерения параметров импеданса некоторого исследуемого устройства. NI ELVIS определяет импеданс с использованием возбуждения исследуемого объекта (Device under Test – DUT) синусоидальным сигналом, вырабатываемым функциональным генератором на контакте CURRENT HI. Результат воздействия на объект синусоидальным сигналом измеряется на контактах CURRENT HI и CURRENT LO. Анализатор импеданса сразу показывает измеренные значения фазы, модуля, активного и реактивного сопротивления исследуемого устройства.

Блок-схема

На рисунке С-4 изображена блок-схема анализатора импеданса NI ELVIS. Пояснения и схемная реализация цепей CURRENT HI и CURRENT LO приведены ниже.

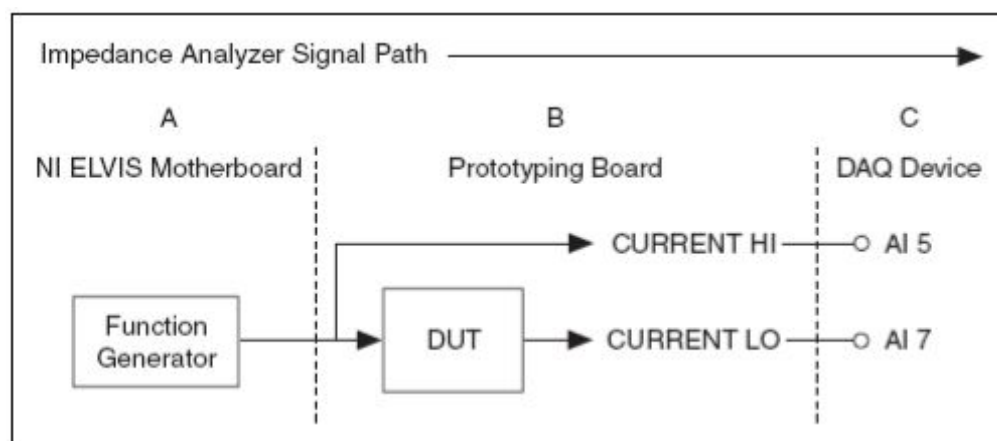


Рисунок С-4. Блок-схема анализатора импеданса

CURRENT HI

Схема подключения контактов CURRENT HI показана на рисунке С-5.

Ниже следует описание узлов схемы.

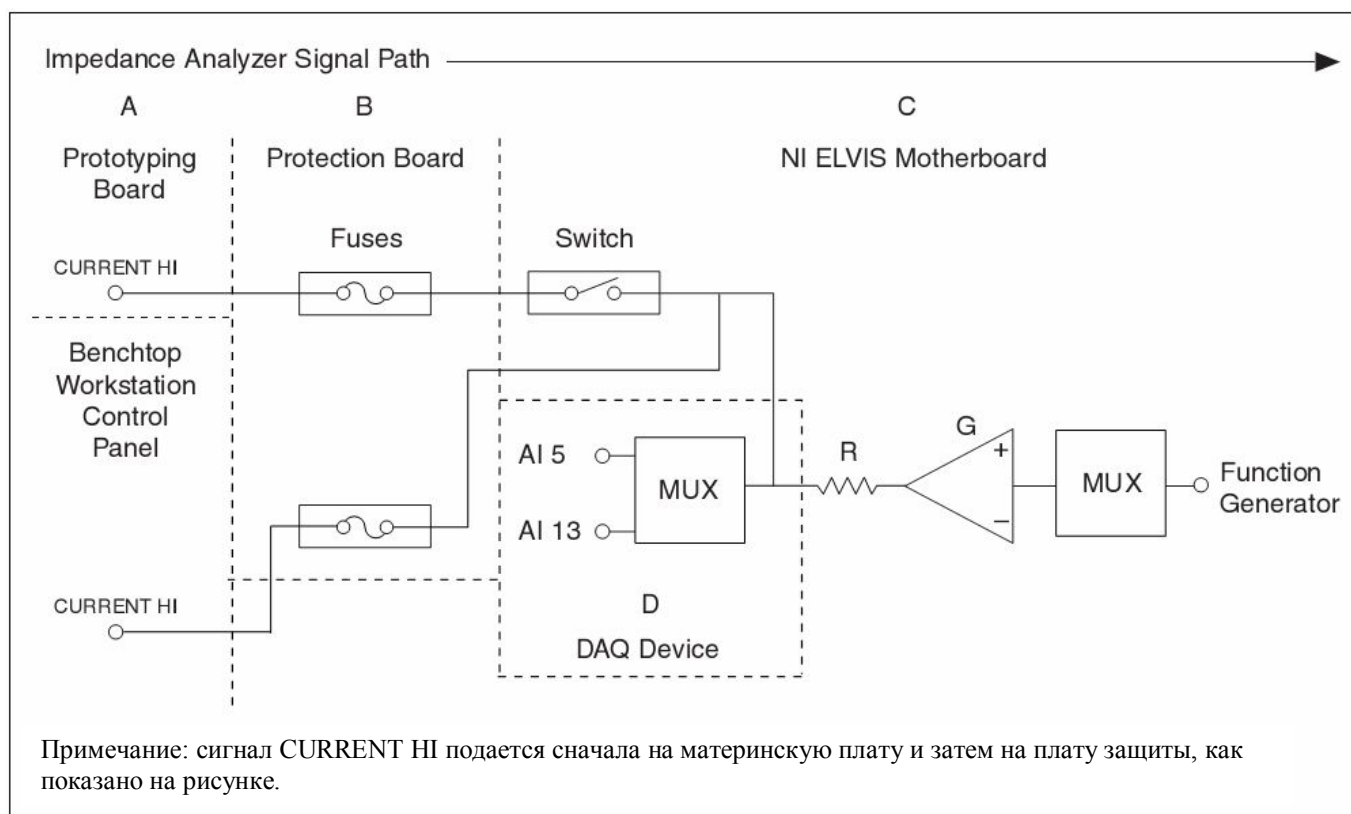


Рисунок С-5. Схема подключения контактов CURRENT HI

Материнская плата NI ELVIS – Выход CURRENT HI функционального генератора внутри NI ELVIS подключен к усилителю.

Схема усиления (на рисунке С-5 обозначена G) обладает известным минимальным выходным сопротивлением R.

Цепь CURRENT HI для проведения измерений соединена с каналом AI 5. Поскольку напряжение на AI 5 измеряется после резистора, сопротивление его не влияет на результат вычислений.

Соединение выхода функционального генератора с макетной платой управляется выключателем питания макетной платы.

Плата защиты – Выходной сигнал CURRENT HI защищен предохранителем от превышения допустимого тока. Обычные замыкания не должны выводить из строя предохранитель.

Разъемы макетной платы и настольной рабочей станции – При отключении питания макетной платы, цепь CURRENT HI с макетной платы отключается; однако, аналогичная цепь с панели управления включена всегда.

Модуль ввода-вывода – Модуль ввода-вывода считывает опорное синусоидальное напряжение через канал AI 5. Это напряжение является тестовым сигналом для исследуемого объекта.

CURRENT LO

Схема реализации цепи CURRENT LO приведена на рисунке С-6. Ниже следует описание узлов схемы.

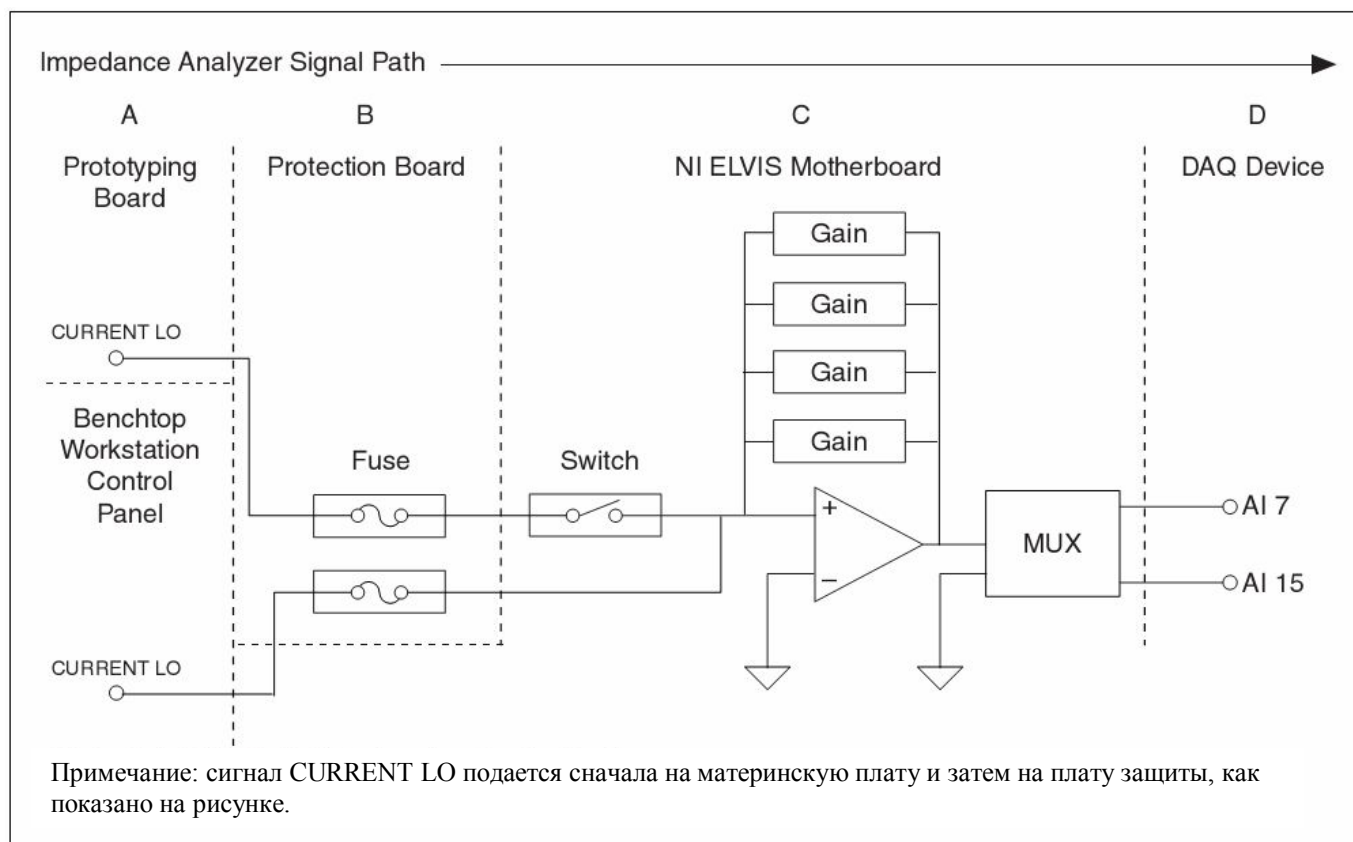


Рисунок С-6. Блок-диаграмма CURRENT LO

Разъемы макетной платы и настольной рабочей станции – При отключении питания макетной платы, цепь CURRENT LO с макетной платы отключается; однако, аналогичная цепь с панели управления включена всегда.

Плата защиты – Выходной сигнал исследуемого устройства защищен предохранителем на макетной плате. Сопротивление этого предохранителя добавляется в измерительную схему.

Материнская плата NI ELVIS – При выключении питания макетной платы, цепь CURRENT LO макетной платы также отключается.

Вы можете переключать вход измерительной схемы для реализации режима измерения тока и импеданса путем изменения программы VI LabVIEW, поставляемой в составе исходного кода NI ELVIS. Одновременно измерять ток и сопротивление невозможно.

Напряжение с исследуемого устройства поступает на усилитель с программируемым коэффициентом усиления. Виртуальный прибор Impedance Analyzer позволяет выбрать один из четырех коэффициентов усиления.

Вход операционного усилителя защищен от перегрузки по току и напряжению, что предотвращает повреждение схемы усиления. Выходной сигнал операционного усилителя через мультиплексор подается на седьмой дифференциальный канал.

Модуль ввода-вывода – Модуль ввода-вывода считывает опорное синусоидальное напряжение через канал AI 7. Это напряжение используется как сигнал для измерения импеданса (приложение В).

Вычисления

В ЭСПЗУ NI ELVIS хранятся следующие величины:

- *Gain* – для коррекции коэффициента усиления системы, включая NI ELVIS и модуль ввода-вывода;
- *Inductance Offset* – для коррекции смещения по индуктивному сопротивлению для всей системы, включая NI ELVIS и модуль ввода-вывода;
- *Capacitance Offset* – для коррекции смещения по емкостному сопротивлению для всей системы, включая NI ELVIS и модуль ввода-вывода;
- *CA Slope* – точное калибровочное значение для каждого резистора обратной связи усилителя (четыре значения).

Программное обеспечение использует два сигнала – с дифференциального канала номер семь (сигнал) и AI 5 (опорный канал) для расчетов по следующей формуле:

$$Gain\ Amplitude = Reference\ Amplitude / Signal\ Amplitude,$$

где *Gain Amplitude*, *Referenced Amplitude* и *Signal Amplitude* - коэффициент передачи, амплитуда опорного сигнала и сигнала с объекта, соответственно.

Импеданс определяется по значению коэффициента передачи с учетом сопротивления резистора обратной связи, откалиброванного на заводе:

$$Impedance\ (Z) = CA\ Slope / Gain\ Amplitude$$

Модуль и фазовый угол импеданса позволяют получить активную и реактивную составляющие импеданса исследуемого объекта. При определении разности фаз измеренных синусоидальных сигналов сигнал на входе AI 5 принимается за опорный. По формулам

$$Resistance = Z \times \cos(Phase \times \pi / 180)$$

$$Reactance = Z \times \sin(Phase \times \pi / 180)$$

$$Susceptance = -1/Reactance$$

определяются индуктивная или емкостная компоненты исследуемого объекта, его сопротивление и проводимость. Значение фазы определяет, какой характер имеет объект – емкостной или индуктивный, а частоту устанавливаете вы сами.

$$Inductance = \frac{Reactance}{2 \times \pi \times Frequency} + Inductance Offset$$

$$Capacitance = \frac{Susceptance}{2 \times \pi \times Frequency} + Capacitance Offset$$

В каждом получаемом отсчете индуктивного или емкостного сопротивления учитываются константы из ЭСПЗУ, с помощью которых устраняются погрешности смещения.

Измеритель активного сопротивления

Измеритель активного сопротивления является частью анализатора импеданса, и в нем используются те же схемные решения. Для получения более точных результатов измерений, функциональный генератор настраивается на частоту 120 Гц, а размах напряжения устанавливается равным 1 В. Эти настройки позволяют произвести точную калибровку для уменьшения активного и емкостного смещения. В измерителе активного сопротивления реализованы четыре диапазона измерения от 5 Ом до 3 МОм.

Измеритель индуктивного сопротивления

Измеритель индуктивного сопротивления является частью анализатора импеданса, и в нем используются те же схемные решения. Для получения более точных результатов измерений, функциональный генератор настраивается на частоту 950 Гц, а размах напряжения устанавливается равным 1 В. Эти настройки позволяют произвести точную калибровку для уменьшения активного и емкостного смещения.

Измеритель емкостного сопротивления

Измеритель емкостного сопротивления является частью анализатора импеданса, и в нем используются те же схемные решения. Вы можете выбирать режим измерения неполярных или электролитических конденсаторов. В случае электролитических конденсаторов для получения более точных результатов измерений, функциональный генератор настраивается на частоту 120 Гц, а размах напряжения устанавливается равным 2 В с постоянной составляющей 2.5 В. При измерении емкости неполярных конденсаторов для получения более точных результатов измерений, функциональный генератор настраивается на частоту 950 Гц, а размах напряжения устанавливается 1 В. Эти настройки позволяют произвести точную калибровку для уменьшения активного и емкостного смещения.

7.4. Анализатор вольтамперных характеристик двухполюсников

Анализатор вольтамперных характеристик двухполюсников использует канал АО 0 модуля ввода-вывода для генерации развертки напряжения, управляемой пользователем. Воздействие на исследуемый объект измеряется каналом AI 5, а реакция объекта – каналом AI 7 модуля ввода-вывода. Ток объекта, протекающий через цепь CURRENT LO, с помощью резистора обратной связи в анализаторе импеданса преобразуется в напряжение. К контактам цепи CURRENT HI на макетной плате и панели управления рабочей станцией подключен источник стимулирующего напряжения.

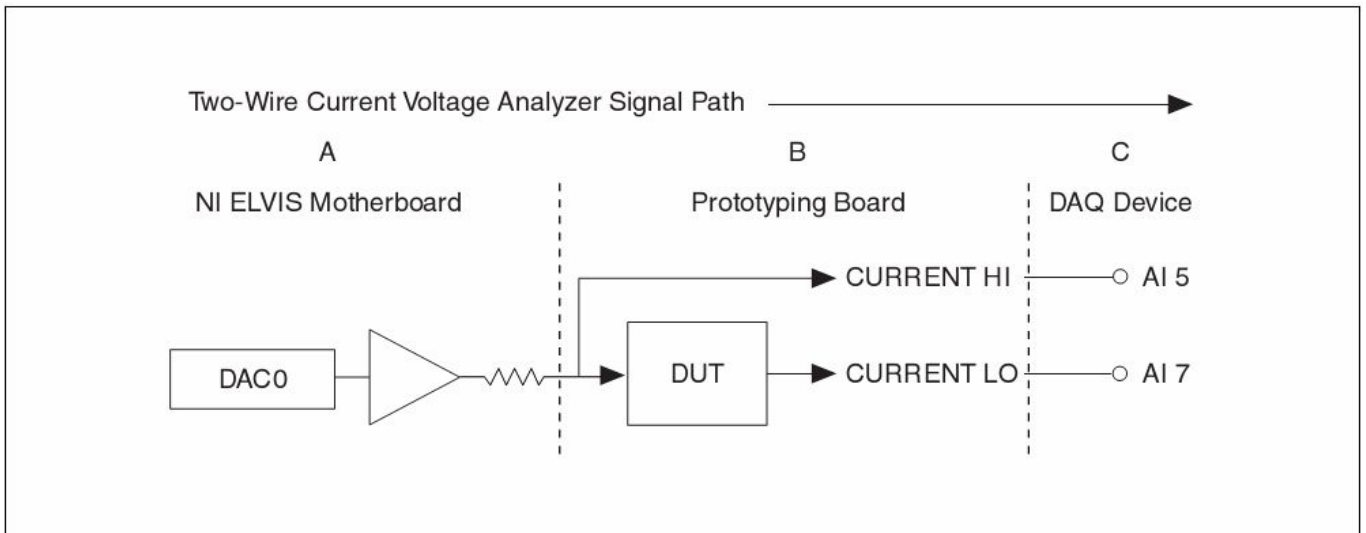


Рисунок С-7. Блок-схема анализатора ВАХ двухполюсников

Вычисления

В ЭСППЗУ NI ELVIS хранятся параметры *CA Slope* – точное значение каждого из четырех резисторов обратной связи.

Стимулирующее напряжение на контакты CURRENT HI поступает с выхода цифро-аналогового преобразователя DAC 0 модуля ввода-вывода, а измеряется через канал AI 5. Результат измерения *VOLTAGE (B)* запоминается и визуализируется.

Ток объекта протекает по цепи CURRENT LO на макетной плате, преобразуется в напряжение с помощью схемы анализатора импеданса и измеряется через канал AI 7 модуля ввода-вывода.

Затем отсчет напряжения преобразуется обратно в ток по закону Ома:

$$V = I \times R$$

где R – резистор обратной связи NI ELVIS *CA Slope*, а V – напряжение на входе AI 7.

$$\text{Measured Current (in Amps)} = \text{CH7 voltage} / \text{CA Slope}$$

Измеряемый ток *Measured Current* отображается в миллиамперах.

7.5. Анализатор вольтамперных характеристик четырехполюсников

Анализатор вольтамперных характеристик четырехполюсников использует каналы АО 0 и АО 1 модуля ввода-вывода для управляемой генерации напряжений. Воздействия, подаваемые на исследуемый объект, измеряются каналом AI 5 и AI 6, а реакция объекта – каналом AI 7 модуля ввода-вывода. Выходной ток объекта, протекающий через цепь CURRENT LO, с помощью резистора обратной связи в анализаторе импеданса преобразуется в напряжение. По цепи CURRENT HI на макетной плате протекает входной ток исследуемого устройства, который с помощью резистора 332 Ом преобразуется в напряжение. Через контакт 3-WIRE на объект подается развертка напряжения, которое измеряется каналом AI 6 модуля ввода-вывода.

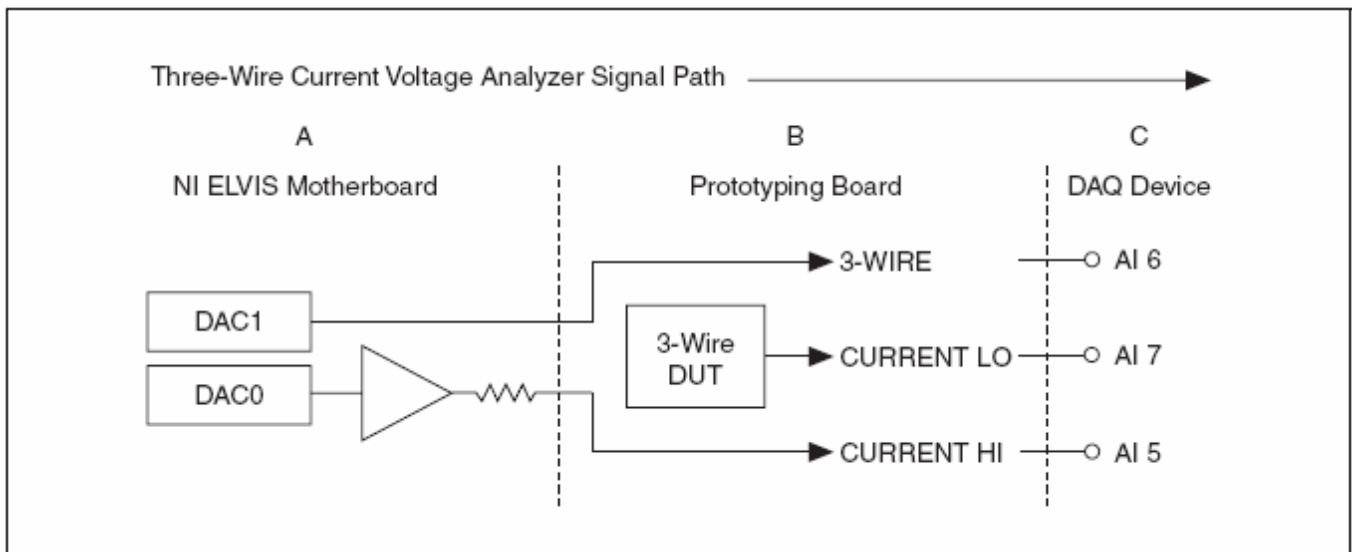


Рисунок С-8. Блок-схема анализатора ВАХ четырехполюсников

Вычисления

В ЭСППЗУ NI ELVIS хранятся параметры *CA Slope* – точное значение каждого из четырех резисторов обратной связи.

Напряжение с выхода АО 1 модуля ввода-вывода подается через контакт 3-WIRE на объект, а внутри NI ELVIS – на канал AI 6 для измерения и отображения на панели виртуального прибора анализатора вольтамперных характеристик, как напряжение Voltage (V_c) на коллекторе транзистора.

Входной ток объекта (интерпретируемый как ток базы транзистора I_b) формируется на контакте CURRENT HI с помощью канала аналогового вывода АО 0 модуля ввода-вывода. Пропорциональное этому току напряжение измеряется на канале AI 5 (CH5), а результат измерения напряжения преобразуется обратно в ток по закону Ома.

Для определения тока используется встроенный в NI ELVIS резистор $R = 332 \text{ Ом}$ и результат измерения напряжения на канале CH5.

$$I_b \text{ (Amps)} = \text{CH5 voltage} / 332 \text{ Ohm}$$

Значение тока базы I_b не визуализируется.

Выходной ток объекта (интерпретируемый как ток коллектора транзистора I_c) считывается через контакт CURRENT LO макетной платы, с помощью схемы анализатора импеданса NI ELVIS преобразуется в напряжение и поступает на канал AI 7 (CH7) модуля ввода-вывода.

Результат измерения напряжения преобразуется обратно в ток по закону Ома.

Для измерения тока используется встроенный в NI ELVIS резистор обратной связи CA Slope и результат измерения напряжения на канале CH7.

$$I_c \text{ (Amps)} = \text{CH7 voltage} / \text{CA Slope Ohm}$$

Результат измерения тока коллектора $I_c \text{ (A)}$ отображается на лицевой панели виртуального прибора.

Для определения неотображаемого на панели виртуального прибора коэффициента передачи исследуемого устройства (для транзистора – β), используйте следующее соотношение:

$$\beta = I_c / I_b$$

7.6. Генератор сигналов произвольной формы/ Аналоговый вывод

В NI ELVIS для предотвращения отказов модуля ввода-вывода используется буферизация аналоговых выходов, обеспечивающая защиту по току и напряжению.

На рисунке С-9 показана схема реализации канала аналогового вывода NI ELVIS, а далее следует ее описание.

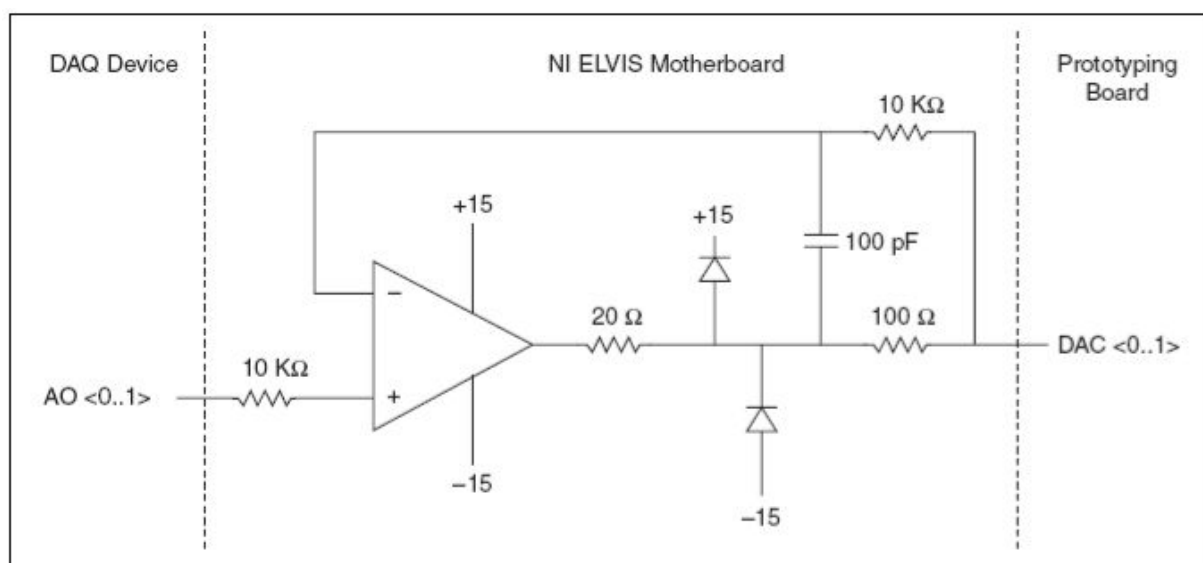


Рисунок С-9. Блок-диаграмма аналогового вывода

Макетная плата – На макетной плате реализован доступ только к каналам вывода DAC <0..1> NI ELVIS. При отключении питания макетной платы каналы вывода не работают.

Материнская плата NI ELVIS – Каналы вывода AO 0 и AO 1 модуля ввода-вывода буферизированы, это позволяет при отключении источников питания NI ELVIS отключать выходы DAC0 и DAQ1 на макетной плате. Выходным сигналом модуля ввода-вывода является напряжение, а не ток, корректировка смещения нуля, вносимого схемами NI ELVIS, не предусмотрена.

Более подробные сведения об аналоговом выводе – в разделе *Генератор сигналов произвольной формы/аналоговый вывод* приложения А, *Спецификации*.

Модуль ввода-вывода – Используемый в составе NI ELVIS модуль ввода-вывода должен обладать функциями аналогового вывода. Для генерации сигналов произвольной формы и эталонных сигналов в каналах аналогового вывода должны быть буферная память.

D

8. Приложение D. Конфликты ресурсов

В таблице на рисунке D-1 обобщены конфликты ресурсов, которые могут возникнуть при одновременной работе с некоторыми приборами NI ELVIS. В таблицу не включены регулируемые источники питания и каналы цифрового ввода-вывода, поскольку они не вызывают никаких конфликтов.

Для использования информации, представленной на рисунке D-1, найдите в левой колонке прибор, с которым вы хотите работать. Ему соответствует строка всех функций – потенциальных причин конфликтов. Если в клетке таблицы на пересечении строки и столбца содержит минус, вы можете использовать соответствующие функции одновременно – конфликтов не будет.

В таблице использованы следующие обозначения для конфликтов:

aid =	DAQ AI, different channels	Функции аналогового ввода, различные каналы
ais =	DAQ AI, same channels	Функции аналогового ввода, одинаковые каналы
ao =	DAQ AO	Функции аналогового вывода
fg =	NI ELVIS function generator	Функциональный генератор NI ELVIS
ca =	NI ELVIS current amplifier	Усилитель тока NI ELVIS

Не создают конфликтов:

- DAQ counter/timers – счетчики/таймеры модуля ввода-вывода
- NI ELVIS variable power supplies – регулируемые источники питания
- NI ELVIS digital output – каналы цифрового ввода-вывода

8. Приложение D. Конфликты ресурсов

	Function Generator – Base	Function Generator – Ultrafine	Function Generator – Modulated	ARB DAC <0..1>	Oscilloscope	Dynamic Signal Analyzer	DMM – Continuity Tester	DMM – Resistance Meter	DMM – Capacitance Meter	DMM – Inductance Meter	DMM – Voltmeter	DMM – Ammeter	DMM – Diode Tester	Impedance Analyzer	Bode Analyzer	Two-Wire Current-Voltage Analyzer	Three-Wire Current-Voltage Analyzer
Function Generator – Base	-	fg	fg	-	-	-	-	fg	fg	fg	-	-	-	fg	fg	-	-
Function Generator – Ultrafine	fg	-	fg	ao	-	-	-	fg	fg	fg	-	-	-	fg	fg	-	-
Function Generator – Modulated	fg	fg	-	ao	-	-	-	fg	fg	fg	-	-	-	fg	fg	-	-
ARB DAC <0..1>	-	ao	ao	-	-	-	ao	-	-	-	-	-	ao	-	-	ao	ao
Oscilloscope	-	-	-	-	-	ais	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid
Dynamic Signal Analyzer	-	-	-	-	ais	-	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid
DMM – Continuity Tester	-	-	-	ao	aid	aid	-	ca	ca	ca	ais	ca	ca	ca	aid	ca	ca
DMM – Resistance Meter	fg	fg	fg	-	aid	aid	ca	-	ca	ca	ais	ca	ca	ca	aid	ca	ca
DMM – Capacitance Meter	fg	fg	fg	-	aid	aid	ca	ca	-	ca	ais	ca	ca	ca	aid	ca	ca
DMM – Inductance Meter	fg	fg	fg	-	aid	aid	ca	ca	ca	-	ais	ca	ca	ca	aid	ca	ca
DMM – Voltmeter	-	-	-	-	aid	aid	ais	ais	ais	ais	-	ca	ca	ca	aid	ca	ca
DMM – Ammeter	-	-	-	-	aid	aid	ca	ca	ca	ca	ca	-	ca	ca	aid	ca	ca
DMM – Diode Tester	-	-	-	ao	aid	aid	ca	ca	ca	ca	ca	ca	-	ca	aid	ca	ca
Impedance Analyzer	fg	fg	fg	-	aid	aid	ca	ca	ca	ca	ca	ca	ca	-	aid	ca	ca
Bode Analyzer	fg	fg	fg	-	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	aid	-	aid	aid
Two-Wire Current-Voltage Analyzer	-	-	-	ao	aid	aid	ca	ca	ca	ca	ca	ca	ca	ca	aid	-	ca
Three-Wire Current-Voltage Analyzer	-	-	-	ao	aid	aid	ca	ca	ca	ca	ca	ca	ca	ca	aid	ca	-

Conflict Codes:
aid = DAQ AI, different channels
ais = DAQ AI, same channels
ao = DAQ AO

No Resource Conflicts:
DAQ counter/timers
NI ELVIS variable power supplies
NI ELVIS digital output

fg = NI ELVIS function generator
ca = NI ELVIS current amplifier

Рисунок D-1. Возможные конфликты ресурсов



9. Приложение Е. Модули ввода-вывода для NI ELVIS

Функционирование рабочей станции NI ELVIS поддерживают модули ввода-вывода, список которых приведен в этом приложении.

Модули М серии

NI ELVIS поддерживают следующие модули ввода-вывода М серии:

- NI 6221 (68 контактов)
- NI 6225
- NI 6229
- NI 6251
- NI 6255
- NI 6259
- NI 6281
- NI 6289



Примечание. Для работы с модулями серии М с шиной PCI необходимо использовать программное обеспечение NI ELVIS версии 2.0 и выше. Модули серии М с шиной USB требуют версию 3.0 и выше.

При работе с модулем М серии с двумя 68-контактными разъемами используйте разъем 0 для подключения к рабочей станции NI ELVIS.

Модули Е/В серии

В дополнение к модулям М серии NI ELVIS поддерживают следующие модули ввода-вывода серий Е и В:

- NI 6014
- NI 6024E
- NI 6036E
- NI 6040E (PCI-MIO-16E-4)
- NI 6052E
- NI 6070E (PCI-MIO-16E-1)

Функциональные возможности генератора сигналов произвольной формы недоступны при использовании модулей NI 6014, NI 6024E и NI 6034.



Примечание. В NI ELVIS можно использовать все модули серии Е, которые удовлетворяют критериям, перечисленным в начале этого приложения.

Подключение модулей ввода-вывода серий Е и В к рабочей станции NI ELVIS осуществляется одним из кабелей:

- SH68-68-EP
- R6868

При работе с модулями ввода-вывода серий Е и В пользуйтесь таблицей Е-1, в которой указано соответствие сигналов макетной платы NI ELVIS сигналам модуля ввода-вывода.

Таблица Е-1. Подключение модулей Е и В серий

Название сигнала на макетной плате	Направление ¹	Название сигнала на приборе Е/В серии	Описание ²
PFI 1	Вход	PFI 1	Описание сигналов в справочных материалах <i>Help</i> на модули серии Е и В
PFI 2	Вход	PFI 2	
PFI 5	Вход	PFI 5	
PFI 6	Вход	PFI 6	
PFI 7	Вход	PFI 7	
SCANCLK	Выход	SCANCLK	
RESERVED	Выход	EXT STROBE	
CTR0_SOURCE	Вход	CTR 0 SRC	
CTR0_GATE	Вход	CTR 0 GATE	
CTR0_OUTPUT	Выход	CTR 0 OUT	
CTR1_SOURCE	Вход	CTR 1 SRC	
CTR1_GATE	Вход	CTR 1 GATE	
CTR1_OUTPUT	Выход	CTR 1 OUT	
FREQ_OUT	Выход	FREQ_OUT	
¹ Все эти сигналы в модулях Е и В серий можно настраивать на ввод или на вывод; однако при использовании совместно с рабочей станцией NI ELVIS эти сигналы имеют конкретное направление: только ввод или только вывод.			
² Более подробное описание сигналов PFI можно найти в разделе <i>Описание сигналов PFI</i> и в справочных материалах <i>Help</i> на модули серии Е и В.			

Описание сигналов PFI

PFI сигналы могут быть использованы в качестве внешнего источника синхронизации для аналогового и цифрового ввода и вывода, а также как входные сигналы таймера/счетчика.



10. Приложение F. Использование режима транзитной передачи

В этом приложении описываются функции переключателя связи Communications, расположенного на лицевой панели рабочей станции NI ELVIS. В большинстве приложений устанавливайте этот переключатель в положение *Normal*.

Следующие функции модуля ввода-вывода доступны непосредственно на макетной плате:

- Аналоговый ввод
- Аналоговый вывод
- Таймерный ввод/вывод

Прямой доступ к этим функциям обеспечивается независимо от положения переключателя связи при использовании функций NI-DAQmx, поддерживаемых модулем ввода-вывода. За более подробной информацией обратитесь к справочной системе *NI-DAQmx Help*.

Когда регулируемый источник питания и функциональный генератор переведены в режим *Manual* (ручной), они управляются с помощью органов управления рабочей станций NI ELVIS при любом положении переключателя связи.

Нормальный режим

Если переключатель связи рабочей станции NI ELVIS установлен в положение *Normal*, цифровые линии модуля ввода/вывода используются для коммуникаций с рабочей станцией и через них осуществляется программное управление виртуальными приборами. Все функциональные возможности программного обеспечения NI ELVIS доступны, когда переключатель связи установлен в положение *Normal*.

10. Приложение F. Использование режима транзитной передачи

В режиме *Normal* доступ к портам цифрового ввода/вывода обеспечивается с использованием функций цифрового ввода/вывода NI ELVIS.

Режим транзитной передачи

Если рабочая станция NI ELVIS работает в режиме *Bypass* (транзитная передача), восемь цифровых линий порта 0 модуля ввода/вывода соединены непосредственно с линиями цифрового ввода DI <0..7> макетной платы. Для разрешения режима транзитной передачи в первую очередь необходимо установить переключатель связи рабочей станции NI ELVIS в положение *Bypass*, затем из LabVIEW запустить на исполнение программу NI ELVIS – Enable Communications Bypass VI. На рисунке F-1 приведена блок-диаграмма этого VI.

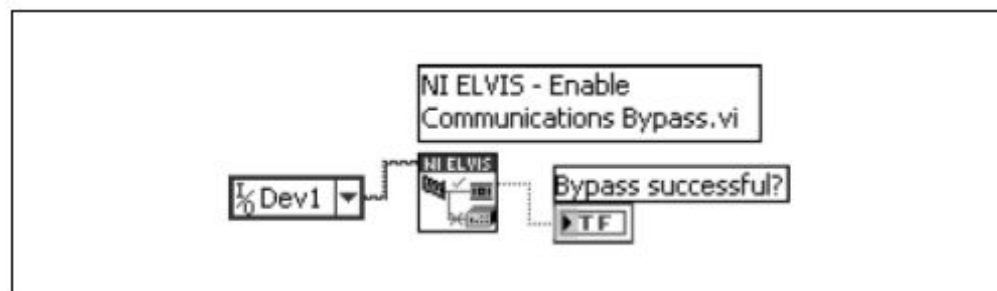


Рисунок F-1. Блок-диаграмма программы NI ELVIS – Enable Communications Bypass VI

После разрешения режима *транзитной передачи* доступ к цифровым линиям модуля ввода/вывода осуществляется с помощью функций цифрового ввода/вывода *NI-DAQmx*. Информация об использовании этих функций приведена в справочной системе *NI-DAQmx Help*.

Когда переключатель связи устанавливается в положение *Bypass*, связь с рабочей станцией NI ELVIS запрещена. Следовательно, в этом режиме большая часть функциональных возможностей программного обеспечения NI ELVIS недоступна.



11. Приложение G. Часто задаваемые вопросы

Это приложение содержит часто задаваемые вопросы, относящиеся к использованию рабочей станции NI ELVIS.

Могу ли я одновременно использовать виртуальные приборы NI ELVIS и прикладной программный интерфейс LabVIEW API?

Нет. Вы можете использовать в некоторый момент времени только один тип функций, поскольку возможны конфликты ресурсов. Чтобы работать с функциями прикладного программного интерфейса LabVIEW API, необходимо вначале закрыть виртуальные приборы NI ELVIS.

Почему измерение тока с помощью цифрового мультиметра производится менее точно относительно положительной клеммы схемы, чем относительно заземленной?

Цифровой мультиметр обладает ограниченным коэффициентом подавления синфазной помехи. Для получения оптимальной точности выполняйте измерения относительно заземленной клеммы схемы.

Могу ли я использовать несколько рабочих станций NI ELVIS на одном компьютере?

В версию 2.0.5 NI ELVIS добавлена возможность одновременно открывать несколько сессий загрузчика приборов NI ELVIS Instrument Launcher, чтобы можно было управлять несколькими рабочими станциями. Это подразумевает, что каждая рабочая станция подключена к отдельному модулю ввода-вывода. Каждый раз при открытии исполняемого файла NI ELVIS запускается новая сессия, что позволяет иметь отдельную сессию для каждой рабочей станции. После первого открытия загрузчика, щелкните мышью по кнопке Configure для настройки обоих загрузчиков на использование разных модулей ввода-

вывода для связи с компьютером. Прикладной программный интерфейс NI ELVIS LabVIEW API в настоящее время не поддерживает использование нескольких рабочих станций на одном компьютере.

Где можно найти дополнительные ресурсы по NI ELVIS для преподавателей и студентов?

Ресурсы по использованию NI ELVIS для преподавателей и студентов опубликованы на сайте ni.com/academic.

Могу ли я использовать линии цифрового ввода-вывода на втором разъеме модуля ввода-вывода М серии без помех для NI ELVIS?

Под NI ELVIS зарезервирован только порт 0, поэтому, если вы используете модуль М серии с дополнительными возможностями цифрового ввода-вывода на втором разъеме, остальные порты можно использовать без проблем.

12. Глоссарий

Символ	Префикс	Значение
n	нано (nano)	10^{-9}
μ	микро (micro)	10^{-6}
m	мили (milli)	10^{-3}
k	кило (kilo)	10^3
M	Мега (mega)	10^6

Символы	
%	Процент.
–	Минус.
+	Плюс.
/	В единицу чего-либо.
°	Градус.
±	Плюс-минус.
√	Квадратный корень.
A	
A	Амперы.
AC	Переменный ток.
A/D (Analog-to-digital)	Аналого-цифровой; аналоговый/цифровой.
ADDRESS	Цифровые выходные сигналы на адресной шине.

AI (Analog input)	Аналоговый вход (контакт) или функция аналогового ввода.
AI GND (AI Ground)	Цепь (контакт) заземления для аналогового входа в модуле ввода-вывода.
AI SENSE	Общая цепь (контакт) аналоговых входов.
AM (Amplitude modulation)	Амплитудная модуляция (АМ) – процесс изменения амплитуды несущего колебания прямо пропорционально амплитуде модулирующего сигнала.
AM IN (AM Input)	Вход модуляции сигнала по амплитуде.
amplitude	Амплитуда напряжения сигнала. Нередко под амплитудой подразумевается среднеквадратическое значение сигнала переменного тока. Однако понятие амплитуды может относиться к мгновенной амплитуде, пиковому значению, размаху, или среднему значению амплитуд.
AO (Analog output)	Аналоговый выход (контакт) или функция аналогового вывода.
ARB (Arbitrary waveform Generator)	Генератор сигналов произвольной формы.
B	
block diagram	Блок-диаграмма – графическое описание или представление программы или алгоритма. Блок-диаграмма состоит из исполняемых пиктограмм, называемых узлами, и проводников, по которым данные передаются от узла к узлу. Блок-диаграмма является исходным кодом программы – виртуального прибора (VI). Блок-диаграмма открывается в окне блок-диаграммы VI.
BNC	Тип коаксиального сигнального разъема.
bode plot	Диаграмма Бode – график зависимости коэффициента передачи и фазы системы от частоты.

bus	Шина – группа проводников, которая объединяет отдельные схемы в компьютере. Обычно шина расширяет возможности подключения устройств ввода-вывода и других устройств. Примером шины компьютера является PCI.
C	
C	Цельсий.
capacitance	Емкость конденсатора – способность удерживать электрический заряд.
CH (Channel)	Канал.
channel	Канал – контакт или проводник, на который подается или с которого считывается аналоговый или цифровой сигнал. Аналоговые сигналы могут быть однопроводными или дифференциальными. Для цифровых сигналов каналы объединяются в порты. Обычно порты состоят из четырех или восьми цифровых каналов.
counter/timer	Таймер/счетчик – схема, которая подсчитывает внешние импульсы или синхроимпульсы.
CTR0_GATE (Counter 0 gate)	Строб-импульс счетчика 0.
CTR0_OUT (Counter 0 output)	Выходной сигнал счетчика 0.
CTR0_SOURCE	Входной сигнал счетчика 0.
CTR1_GATE (Counter 1 gate)	Строб-импульс счетчика 1.
CTR1_OUT (Counter 1 output)	Выходной сигнал счетчика 1.
CURRENT	Входы цифрового мультиметра для всех видов измерений, где требуется определение тока.

D	
D/A (Digital-to-analog)	Цифро-аналоговый.
DAC (Digital-to-analog converter)	Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП).
DAQ (Data Acquisition)	Сбор данных.
dB	дБ (децибел) – единица измерения отношения двух уровней сигналов в логарифмической форме: $\text{дБ} = 20 \log_{10} V_1/V_2$, если сигналы выражены в вольтах.
DC (Direct current)	Постоянный ток.
default setting	Настройка по умолчанию – значение параметра по умолчанию, записанное в драйвере. Во многих случаях положение органа управления по умолчанию имеет определенное значение, как правило, 0, что означает использование текущей настройки по умолчанию.
DI (Digital Input)	Цифровой сигнал, поступающий с шины цифрового ввода.
differential input	Дифференциальный вход – аналоговый вход, организованный из двух контактов, каждый из которых не связан с заземлением компьютера; измеряется разность потенциалов между этими контактами.
digital trigger	Цифровой запуск – ТТЛ сигнал, который имеет два дискретных уровня – низкий и высокий.
DIO (Digital I/O)	Цифровой ввод/вывод.
diode	Диод – электронный компонент с двумя электродами, называемыми анодом и катодом.
DMM (Digital Multimeter)	Цифровой мультиметр.
DO (Digital Output)	Цифровой сигнал, подаваемый на шину цифрового вывода.

DOC (Canadian Department of Communications)	Департамент связи Канады.
DSA (Dynamic signal analyzer)	Анализатор спектра (анализатор динамических сигналов).
DUT (Device under test)	Тестируемое (исследуемое) устройство.
E	
ECG (Electrocardiogram)	Электрокардиограмма.
EEPROM (Electrically erasable programmable read-only memory)	Программируемое постоянное запоминающее устройство с электрическим стиранием (ЭСППЗУ) – постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), которое можно стирать с помощью электрического сигнала и перепрограммировать.
ELVIS (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite)	Комплект виртуальных измерительных приборов для учебной лаборатории.
EMC (Electromechanical compliance)	Электромеханическая согласованность.
EMI (Electromagnetic Interference)	Электромагнитное излучение.
EXTSTROBE	Внешний строб-сигнал.
F	
FCC (Federal Communications Commission)	Федеральная комиссия по связи.
FGEN (Function Generator)	Функциональный генератор.
floating signal sources	Плавающие источники сигналов – источники сигналов, выходные напряжения которых не привязаны к общей точке или заземлению системы. Наиболее распространенными примерами таких источников являются батареи, трансформаторы и термопары. Плавающие источники называют также источниками сигналов без общей точки (nonreferenced signal sources).

FM_IN	Вход модуляции сигнала по частоте.
FREQ_OUT	Выходной частотный сигнал.
frequency	Частота f – основная мера интенсивности, измеряемая в количестве событий или колебаний в секунду с помощью цифрового частотомера или анализатора спектра. Частота является величиной, обратной периоду сигнала.
front panel	Лицевая панель – пользовательский интерфейс виртуального прибора в LabVIEW.
FUNC_OUT	Выходной сигнал функционального генератора.
G	
gain	Коэффициент усиления сигнала, иногда выражается в децибелах.
GPCTR0_GATE	Строб-импульс счетчика/таймера 0 общего назначения в модуле ввода-вывода.
GPCTR0_OUT	Выходной сигнал счетчика/таймера 0 общего назначения в модуле ввода-вывода.
GPCTR0_SOURCE	Входной сигнал счетчика/таймера 0 общего назначения в модуле ввода-вывода.
GPCTR1_GATE	Строб-импульс счетчика/таймера 1 общего назначения в модуле ввода-вывода.
GPCTR1_OUT	Выходной сигнал счетчика/таймера 1 общего назначения в модуле ввода-вывода.
GPCTR1_SOURCE	Входной сигнал счетчика/таймера 1 общего назначения в модуле ввода-вывода.
GROUND	Сигнал заземления макетной платы.

H	
hardware triggering	Аппаратный запуск – вид запуска, когда момент начала сбора или генерации данных устанавливается относительно сигнала запуска.
Hz	Гц – количество циклов чтения или записи в секунду.
I	
I/O (Input/output)	Ввод-вывод – обмен данными в компьютерной системе, содержащей коммуникационные каналы, операторские пульта и/или устройства сбора данных и управления.
in.	Дюйм или дюймы.
impedance	Импеданс – электрическая характеристика схемы, которая выражается в Омах; относится к активному, емкостному или индуктивному сопротивлению.
inductance	Индуктивность – свойство катушки формировать э.д.с. при изменении тока. Напряжение на индуктивности пропорционально производной тока, а напряжение на конденсаторе пропорционально интегралу от тока.
J	
JFET (Junction Field Effect Transistor)	Полевой транзистор – полупроводниковый прибор с тремя выводами, состоящий из управляющего р-п перехода и проводящего канала в качестве источника выходного сигнала; р-п переход смещен в обратном направлении для обеспечения очень высокого входного сопротивления.
L	
LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)	Язык графического программирования.
LATCH	Выходной сигнал готовности данных на шине цифрового вывода.
LED	Светоизлучающий диод.

N	
NI-DAQ	Программные драйвера National Instruments для модулей ввода-вывода.
NI-DAQmx	Последняя версия NI-DAQ драйвера с новыми VI, функциями и средствами разработки для управления измерительными устройствами.
NPN transistors	n-p-n транзистор – биполярный полупроводниковый транзистор из двух p-n переходов с коллектором n-типа (положительная проводимость) и базой p-типа (отрицательная проводимость). n-p-n транзистор получается путем добавления тонкого слоя полупроводникового материала p-типа между двумя областями материала n-типа.
NRSE (Non-referenced single-ended mode)	Схема подключения сигналов с общим проводом без заземления. Все измерения выполняются относительно общей точки измерительной системы, однако потенциал этой точки может изменяться относительно заземления системы.
O	
op-amp	Операционный усилитель – универсальный усилительный модуль, широко применяемый в различных устройствах.
P	
PCB (Printed circuit board)	Печатная плата.
PCI (Peripheral Component Interconnect)	Высокоскоростная шина данных с архитектурой, изначально разработанной компанией Intel для замены шин ISA и EISA. Эта шина получила широкое распространение в качестве стандарта для персональных компьютеров и рабочих станций. Теоретическая максимальная скорость передачи данных составляет 132 Мбайт/с.
peak-to-peak	Измерение амплитудной характеристики сигнала, размах – разность между наибольшим и наименьшим уровнем сигнала.
PFI (Programmable function input)	Программируемый функциональный вход.

PN	р-п переход – простейшая полупроводниковая структура. Она состоит из положительной Р-области (содержащей ионы с положительным зарядом), соединенной с отрицательной N-областью (содержащей отрицательно заряженные электроны).
R	
RD_ENABLE	Сигнал разрешения чтения – сигнал, который показывает, что данные считываются с шины ввода данных.
referenced signal sources	Заземленные источники сигнала – источники напряжения относительно заземления системы, например, земли или нулевого провода в здании.
resistance	Сопротивление протеканию электрического тока. 1 Ом – это сопротивление, на котором возникает падение напряжения 1 В при протекании тока 1 А.
Rms (Root mean square)	Среднеквадратическое значение.
S	
s (Seconds)	секунды.
S (Samples)	Отсчеты.
S/s	Отчетов в секунду – используется для представления частоты сбора данных модулем ввода-вывода.
SCANCLK	Сигнал синхронизация выборки.
Scope	Сокращенно – осциллограф.
SFP (Soft front panel)	Виртуальный измерительный прибор.
SYNC_OUT	ТТЛ сигнал той же частоты, что и выходной сигнал функционального генератора.
T	
Timing I/O (TIO)	Ввода/вывод с использованием счетчика/таймера.
TRIG	Сигнал запуска.

trigger	Запуск – некоторое событие, которое инициализирует сбор или генерацию данных.
TRIGGER	Вход сигнала запуска осциллографа.
TTL	Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ).
V	
V	В – Вольт
VI (Virtual Instrument)	Виртуальный измерительный прибор – сочетание элементов аппаратных средств и программного обеспечения. Обычно используемого в персональных компьютерах для достижения функциональности классического автономного измерительного прибора.
VOLTAGE	Входные сигналы вольтметра цифрового мультиметра.
Vp-p	Размах напряжения.
W	
waveform	Сигнал – множество отсчетов напряжения, полученных при определенной частоте дискретизации.
WR_ENABLE	Цифровой сигнал, который показывает, что данные поступают на шину вывода.