

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Кафедра «Измерительные информационные технологии»

Ю.Н. Дьяченко

**Применение образовательной платформы NI ELVIS II
в лабораторном практикуме**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Санкт-Петербург

2016

Оглавление

Введение	3
1. Меры безопасности при работе с NI ELVIS II	4
2. Общие характеристики комплекта NI ELVIS II SERIES	5
3. Лабораторная станция NI ELVIS II+	7
4. Монтажная плата комплекта, Prototyping Board	10
5. Состав и запуск программного обеспечения, NI ELVISmx Software	17
6. Аппаратные средства NI ELVIS II Series и их программное обеспечение	19
7. Конфликты ресурсов NI ELVIS II.....	27
Список литературы	28

Введение

Методические указания содержат краткое описание аппаратных средств, общих характеристик, основных сигналов и программных средств комплекта оборудования NI ELVIS II. Материал, содержащийся в методических указаниях, позволяет студентам при проведении лабораторных работ и НИР получить навыки применения оборудования NI ELVIS II для проектирования и экспериментального исследования устройств, используемых в электрических и электронных цепях.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 12.03.01 «Приборостроение» и изучающих дисциплины «Аналоговая электроника», «Аналоговые измерительные устройства» и «Цифровая электроника».

Методические указания выполнены на основе предоставляемой фирмой National Instruments Corporation документации, доступной на сайте <http://www.ni.com/manuals/>:

- Read Me First: Safety and Radio-Frequency Interference
- Where to Start with NI ELVIS II Series
- NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite II Series (NI ELVISTM II Series) User Manual

Для удобства изучения материала, в указаниях сохранены или продублированы некоторые термины, обозначения и определения, в том виде, в котором они приведены в оригинальной документации.

Печатается по решению кафедры измерительных информационных технологий.

1. Меры безопасности при работе с NI ELVIS II

Комплект оборудования NI ELVIS II содержит электронные компоненты и устройства, которые могут быть повреждены в результате воздействия электростатического разряда. Для предотвращения повреждений выполняйте ряд правил:

- комплект следует хранить в специальной антистатической упаковке;
- перед извлечением комплекта из пакета прикоснитесь антистатической упаковкой к металлической части корпуса компьютера для выравнивания статических потенциалов;
- не прикасайтесь к открытым контактам разъемов оборудования.

Соблюдайте правильный порядок подключения и приведения комплекта в рабочее состояние:

- переключатель питания на задней панели лабораторной станции должен быть в выключенном состоянии;
- кабелем USB подключите лабораторную станцию к компьютеру;
- подключите AC / DC источник питания к лабораторной станции, включите блок питания в розетку, включите переключатель питания станции;
- включите питание макетной платы переключателем на лабораторной станции, что приведет к свечению трех индикаторных светодиодов.

Соблюдайте правильный порядок работы с комплектом NI ELVIS II:

- не подключайте к разъемам и доступным выводам комплекта не относящиеся к нему приборы;
- отключайте питание комплекта перед подключением или отключением сигнальных линий и разъемов;
- отключайте питание макетной платы при монтаже на ней схемы или при внесении изменений в собранную схему;
- не превышайте пределы измерения напряжения: для осциллографа 20В пикового значения ($20 V_{pk}$), для мультиметра 60В постоянного тока (60 VDC) и 20В среднеквадратического значения ($20 V_{rms}$).

2. Общие характеристики комплекта NI ELVIS II SERIES

Комплект оборудования Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite II Series (NI ELVIS II Series) фирмы National Instruments Corporation обладает функциональными возможностями лабораторного рабочего места с широким набором приборов общего назначения. Комплект ELVIS II Series комбинирует как аппаратные средства, так и программное обеспечение к ним в один полный лабораторный набор. NI ELVIS II Series включает в себя:

- автоматизированную лабораторную станцию NI ELVIS II+, взаимодействующую с компьютером по каналу USB и содержащую аппаратные средства измерения, контроля, формирования сигналов, ввода-вывода аналоговых и цифровых сигналов;
- монтажную (макетную) плату, предназначенную для монтажа схемы исследуемого устройства, которую устанавливают в специальный разъем лабораторной станции;
- программируемые виртуальные приборы, базирующиеся на основе LabVIEW и поддерживающие аппаратные приборы и инструменты NI ELVIS II+.

NI ELVISmx 4.1 - программное обеспечение, которое поддерживает аппаратные средства NI ELVIS II и обеспечивает следующие программируемые приборные панели LabVIEW (soft front panels - SFPs):

- генератор сигналов произвольной формы, Arbitrary Waveform Generator (ARB);
- анализатор частотных характеристик, Bode Analyzer;
- анализатор цифровых сигналов, Digital Reader;
- генератор цифровых сигналов, Digital Writer;
- цифровой мультиметр, Digital Multimeter (DMM);
- анализатор динамических сигналов, Dynamic Signal Analyzer (DSA);
- функциональный генератор, Function Generator (FGEN);
- анализатор импеданса, Impedance Analyzer;

- осциллограф, Oscilloscope (Scope);
- двухпроводный анализатор ВАХ, Two-Wire Current Voltage Analyzer;
- трехпроводный анализатор ВАХ, Three-Wire Current Voltage Analyzer;
- регулируемые источники напряжения, Variable Power Supplies.

Вместе с программным обеспечением устанавливаются драйверы устройств NI-DAQmx 8.9.

3. Лабораторная станция NI ELVIS II+

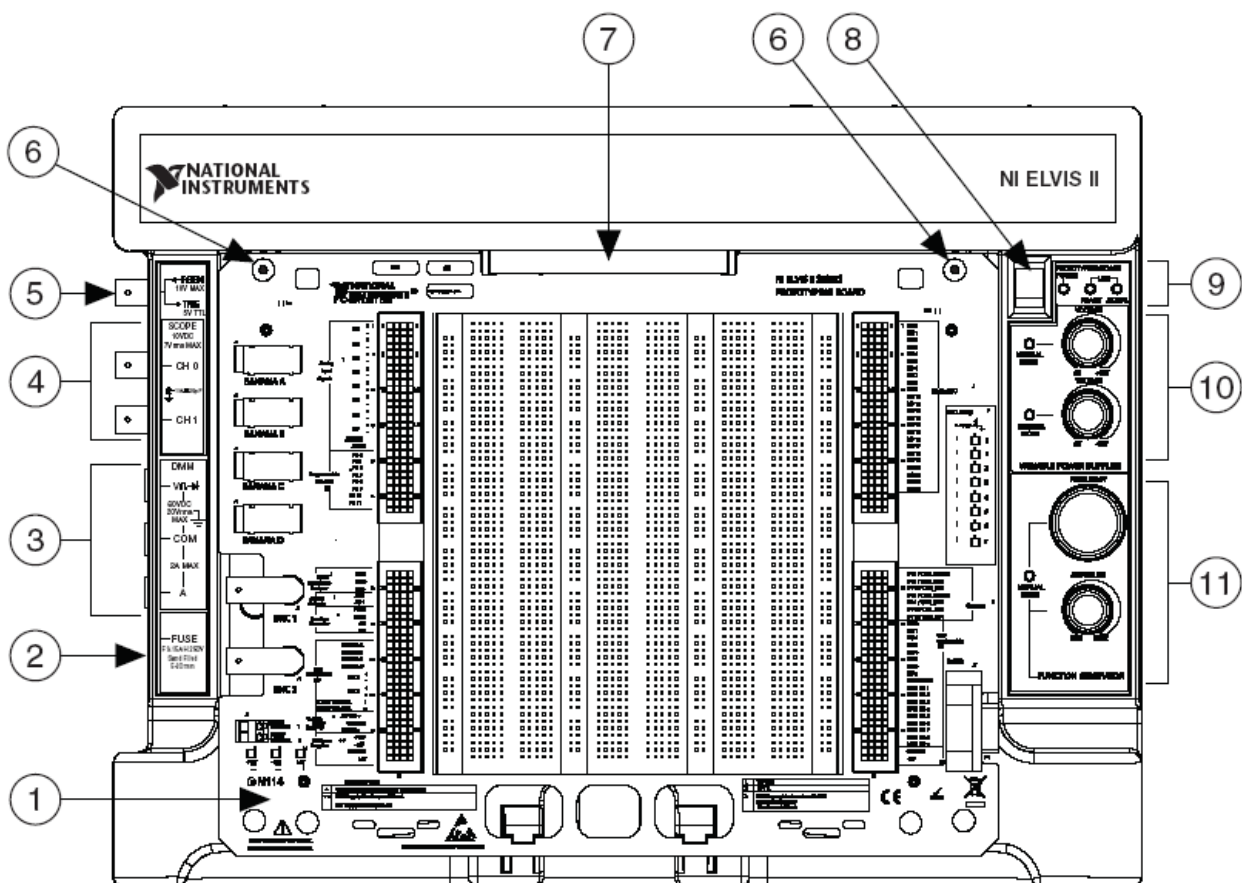


Рис. 1. Лабораторная станция NI ELVIS II+ с установленной монтажной платой.

Верхняя панель. На панели расположены следующие элементы:

- 1 – монтажная плата (Prototyping Board);
- 6 – крепёжные отверстия монтажной платы;
- 7 – разъем монтажной платы;
- 8 – выключатель электропитания монтажной платы;
- 9 – светодиодные (LED) индикаторы:
 - **Active** сигнализирует о наличии USB связи с компьютером;
 - **Ready** сигнализирует, что станция NI ELVIS II должным образом сконфигурирована и готова общаться с компьютером;
 - **Power** индикатор наличия питания монтажной платы;

- 10 – ручки управления напряжениями регулируемых источников напряжения со светодиодными индикаторами установки ручного режима регулировки (Manual Mode);
- 11 – ручки управления амплитудой и частотой функционального генератора со светодиодным индикатором установки ручного режима регулировки (Manual Mode);

Таблица 1. Описание функционирования светодиодных индикаторов USB

ACTIVE LED	READY LED	Описание
Выключен		Питание выключено
Желтый	Выключен	Нет соединения с компьютером. Проверить, что ПО NI-DAQmx загружено и кабель USB подключен
Выключен	Зеленый	Подключение к компьютеру с портом full speed USB
Выключен	Желтый	Подключение к компьютеру с портом high speed USB
Зеленый	Зеленый или желтый	Идет обмен информацией с компьютером

Ручки ручного режима управления генератором и источниками напряжения активны, в случае, когда этот режим установлен программно, что подтверждают соответствующие светодиодные индикаторы.

Боковая панель. На панели расположены следующие элементы:

- 2 – **FUSE** – сменный плавкий предохранитель для защиты токового входа мультиметра от перегрузки;
- 3 – входные штыревые разъемы мультиметра **V Ω Diode, COM, A**, обозначенные BANANA;
- 4 – входные коаксиальные разъемы **CH 0** и **CH 1** типа BNC двухканального осциллографа;
- 5 – коаксиальный разъем **FGEN/TRIG** типа BNC: выход функционального генератора или вход цифровой синхронизации.

Задняя панель. На панели расположены следующие элементы:

- разъем питания AC/DC;
- выключатель питания NI ELVIS II Series;
- порт USB для соединения с компьютером.

Защита цепей лабораторной станции, Workstation Circuit Protection

Все линии ВВОДА/ВЫВОДА имеют твердотельные элементы защиты. Единственный пользовательский плавкий предохранитель FUSE защищает токовый вход DMM и доступен через съемный патрон.

!!! Не превышайте пределы измерения напряжения: для осциллографа – 20В пикового значения (20 Vpk), для мультиметра – 60В постоянного тока (60 VDC) и 20В среднеквадратического значения (20 Vrms).

4. Монтажная плата комплекта, Prototyping Board

Монтажная плата комплекта NI ELVIS II Series установлена в соединительный разъём лабораторной станции NI ELVIS II Series+. Плата обеспечивает контактное поле для построения пользовательской электронной схемы и имеет необходимые связи для подключения общих сигналов. С лабораторной станцией можно использовать разные взаимозаменяемые платы.

!!! Выключатель питания монтажной платы должен быть выключен перед её вставкой или удалением из лабораторной станции.

На монтажную плату выведены все сигналы с лабораторной станции NI ELVIS II Series+. Доступ к сигналам возможен через контакты расположенные с обеих сторон платы. Каждый сигнал имеет несколько выводов расположенных в ряд, ряды сгруппированы по функциональной принадлежности сигналов.

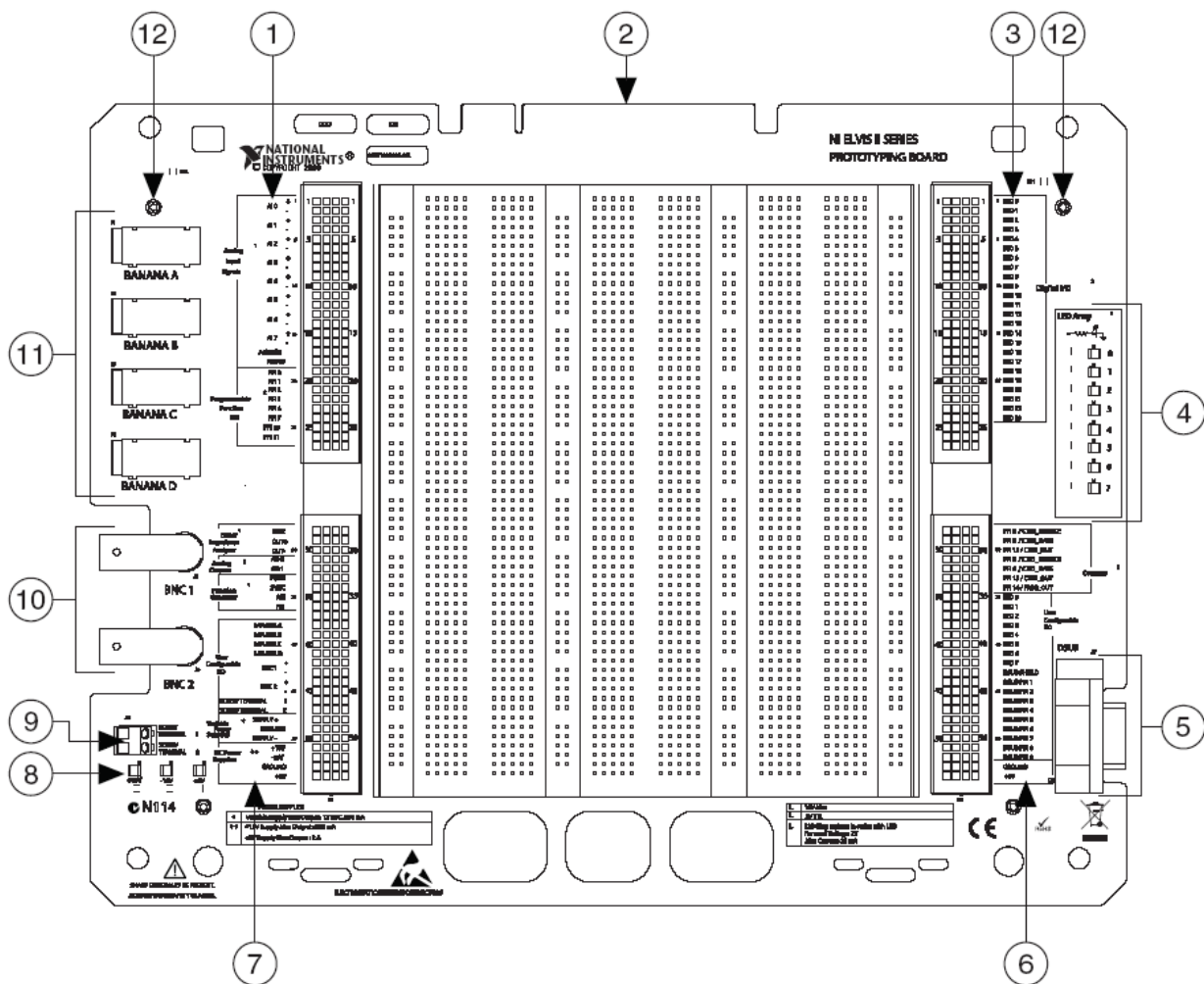


Рис. 2 Монтажная плата NI ELVIS II SERIES

- 1 – AI и PFI сигнальные выводы;
- 2 – соединительный разъём монтажной платы;
- 3 – сигнальные выводы цифровых входов/выходов DIO;
- 4 – пользовательские светодиодные индикаторы;
- 5 – пользовательский разъём D-SUB;
- 6 – сигнальные выводы счетчика/таймера и пользовательских входов/выходов, выводы источника питания;
- 7 – сигнальные выводы мультиметра, выходов АО, функционального генератора, пользовательских входов/выходов, источников регулируемого напряжения и источников стабилизированного напряжения питания;
- 8 – светодиодные индикаторы включения источников питания;
- 9 – пользовательские выводы с винтовыми контактами;
- 10 – пользовательские разъёмы BNC;
- 11 – пользовательские разъёмы BANANA;
- 12 – крепёжные отверстия.

Питание монтажной платы, Prototyping Board Power

Источники питания DC Power Supplies обеспечивают стабилизированные напряжения +15 V, -15 V и +5 V, доступные для использования в исследуемой схеме. Если какой-то LED индикатор при включенном питании не горит, необходимо проверить подключенные устройства на короткое замыкание (к.з.). При необходимости выключите питание и устраните к.з.

Описание сигналов, Signal Descriptions

Таблица 2. Описывание сигналов монтажной платы. Сигналы сгруппированы в функциональные группы.

Название сигнала	Тип	Описание
AI [0 ÷ 7] \pm	Аналоговые входы	Выходы (+) неинвертирующих и (-) инвертирующих входов аналоговых дифференциальных каналов AI [0 ÷ 7].
AI SENSE		Общий опорный узел аналоговых входов в режиме одиночных плавающих входов (NRSE).
AI GND		Общий опорный узел земли аналоговых входных сигналов.
PFI [0 ÷ 2], [5 ÷ 7], [10 ÷ 11]	Интерфейс с программируемыми функциями	Линии ввода/вывода цифровых статических или переменных сигналов.
BASE	3-х проводный анализатор ВАХ	Вывод питания базы биполярного транзистора.
DUT+	DDM, импеданс, 2-х и 3-х проводный анализатор ВАХ	Вывод питания при измерениях емкости и индуктивности (DDM), импеданса, анализаторов ВАХ.
DUT-		Вывод виртуальной земли и измерения тока при измерениях емкости и индуктивности (DDM), импеданса, параметров ВАХ.
АО [0 ÷ 1]	Аналоговые выходы	Выходы 0 и 1 генератора AWG.

Таблица 2. Продолжение

Название сигнала	Тип	Описание
FGEN	Функциональный генератор	Выход генератора FGEN.
SYNC		Выход импульсов TTL синхронизируемых от FGEN.
AM		Аналоговый вход для модуляции сигнала FGEN по амплитуде.
FM		Аналоговый вход для модуляции сигнала FGEN по частоте.
BANANA [A ÷ D]	Конфигурируемые пользователем входы/выходы	Контакты под штыревой разъем.
BNC [1 ÷ 2]±		Коаксиальные разъемы. Контакт (+) подключен к центральному выводу, контакт (-) подключен к экрану.
SCREW TERMINAL [1 ÷ 2]		Разъем с винтовыми контактами.
SUPPLY+	Источник регулируемого напряжения	Выход положительного регулируемого напряжения от 0 до +12В.
GROUND		Земля.
SUPPLY-		Выход отрицательного регулируемого напряжения от -12 до 0В.
+15 V	Источник DC напряжения	Стабилизированный источник напряжения +15В.
-15 V		Стабилизированный источник напряжения -15В.
GROUND		Земля.
+5 V		Стабилизированный источник напряжения +5В.

Таблица 2. Продолжение

Название сигнала	Тип	Описание
DIO [0 ÷ 23]	Цифровые входы/выходы	Цифровые входы/выходы общего назначения для чтения/записи данных.
PFI8/ CTR0_SOURCE	Интерфейс с программируемыми функциями	Статическая цифровая линии ввода/вывода P2.0. PFI8 default: счётчик 0, вход.
PFI9/ CTR0_GATE		Статический цифровой ввод/вывод P2.1 PFI9 default: счётчик 0, управление.
PFI12/ CTR0_OUT		Статический цифровой ввод/вывод P2.4 PFI12 default: счётчик 0, выход.
PFI3/ CTR1_SOURCE		Статический цифровой ввод/вывод P1.3 PFI3 default: счётчик 1, вход.
PFI4/ CTR1_GATE		Статический цифровой ввод/вывод P1.4 PFI4 default: счётчик 1, управление.
PFI13/ CTR1_OUT		Статический цифровой ввод/вывод P2.5 PFI13 default: счётчик 1, выход.
PFI14/ FREQ_OUT		Статический цифровой ввод/вывод P2.6 PFI14 default: частотный выход.
LED [0 ÷ 7]	Конфигурируемые пользователем входы/выходы	Светодиодные индикаторы. Параметры 5В, 10мА.
DSUB SHIELD		Соединение с D-SUB экраном.
DSUB PIN [1 ÷ 9]		Соединение с D-SUB выводами.
+5 V	Источник DC напряжения	Стабилизированный источник напряжения +5В.
GROUND		Земля.

Подсоединенные сигналы, Connecting Signals

При подсоединении или разъединении проводов с сигналами к комплекту оборудования соблюдайте правила, изложенные в п.1 *Меры безопасности при работе с NI ELVIS II*.

Аналоговый вход, Analog Input

Таблица 3. Режимы работы аналоговых входов AI.

Выводы монтажной платы	Дифференциальный режим	Режимы RSE/NRSE
AI 0+	AI 0+	AI 0
AI 0-	AI 0-	AI 8
AI 1+	AI 1+	AI 1
AI 1-	AI 1-	AI 9
AI 2+	AI 2+	AI 2
AI 2-	AI 2-	AI 10
AI 3+	AI 3+	AI 3
AI 3-	AI 3-	AI 11
AI 4+	AI 4+	AI 4
AI 4-	AI 4-	AI 12
AI 5+	AI 5+	AI 5
AI 5-	AI 5-	AI 13
AI 6+	AI 6+	AI 6
AI 6-	AI 6-	AI 14
AI 7+	AI 7+	AI 7
AI 7-	AI 7-	AI 15
AISENSE	-	AISENSE
AIGND	AIGND	AIGND

Монтажная плата имеет восемь доступных пользователю аналоговых дифференциальных каналов, использующих входы \pm (AI 0 ÷ AI 7). Эти входы могут быть сконфигурированы в 16 привязанных к общей земле AIGND одиночных входов – режим RSE или в 16 привязанных к плавающей линии AISENSE одиночных входов – режим NRSE.

Особенности узла земли, Grounding Considerations

Аналоговые дифференциальные входы каналов AI_{\pm} непосредственно не привязаны к земле, поэтому в исследуемой схеме необходимо определить узел земли AI_{GND} . Если измеряемые сигналы привязаны к одному из выводов AI_{GND} , результат измерения будет корректен. Если нужно измерить напряжение плавающего источника, типа батареи, один вывод источника сигнала нужно соединить с землей.

Цифровые Входы/Выходы, Digital I/O

Цифровые проводники на печатной плате внутренне связаны с портом 0 устройства. Их можно конфигурировать как входы или выходы.

Программируемый функциональный интерфейс, Programmable Function Interface (PFI)

Линии PFI представляют TTL-совместимые Входы/Выходы, которые могут распределять временные сигналы к и от портов AI , AO , или инструментального счетчика/таймера. Их, также, можно конфигурировать как Входы/Выходы статических цифровых сигналов.

Конфигурируемый пользователем ввод / вывод, User-Configurable I/O

Монтажная плата обеспечивает несколько конфигурируемых пользователем соединителей: четыре штыревых гнезда BANANA, два коаксиальных разъема BNC, и разъем DSUB. Каждый контакт соединителя имеет связь с соответствующим контактом на монтажной плате. Восемь двухцветных (зеленый/желтый) светодиодов LEDs предназначены для диагностики цифровых выходов на монтажной плате. Анод каждого зеленого LED, связан с соответствующим контактом на плате через резистор 220 Ом, каждый катод подключен к земле. При подаче на линию +5 V включается зеленый LED, при подаче -5 V включается желтый LED.

5. Состав и запуск программного обеспечения, NI ELVISmx Software

Для работы с лабораторной станцией NI ELVIS II Series+ используют программное обеспечение (ПО) NI ELVISmx, созданное в среде LabVIEW и реализующее возможности виртуальных приборов и инструментов. Для программирования аппаратных средств NI ELVIS II Series ПО включает в себя виртуальные приборы SFP (soft front panels), LabVIEW Express VIs и блоки Signal Express.

Для правильной работы станции NI ELVIS II Series + программное обеспечение NI ELVISmx 4.1 (или более поздняя версия) вместе с NI-DAQmx 8.9 должно быть установлено на компьютер, а кабель USB подключен к компьютеру.

Использование NI ELVIS II Series с приборами SFP, Using NI ELVIS II SERIES with SFP Instruments

Примечание. Перед открытием SFP приборов должно быть включено питание лабораторной станции – горит LED *USB READY*. Если открыть SFP прибор перед включением макета, то генерируется ошибка. Закройте SFP, включите питание станции и откройте SFP снова.

ПО NI ELVISmx содержит приборы SFP, созданные в LabVIEW и исходный код для приборов. Нельзя непосредственно изменить выполняемые файлы, но можно изменить или увеличить функциональные возможности приборов, изменяя коды LabVIEW, которые расположены в C:\Documents and Settings\All Users\Documents\National Instruments\NI ELVISmx Source Code.

Примечание. Детальные объяснения приборов SFP и инструкции по проведению измерений с каждым прибором содержатся в NI ELVISmx Help.

Пусковая панель прибора NI ELVISmx, NI ELVISmx Instrument Launcher

Пусковая панель обеспечивает доступ к ELVISmx SFP приборам и инструментам. Запуск:

Start»All Program Files»National Instruments»NI ELVISmx» NI ELVISmx Instrument Launcher

Открывается набор LabVIEW SFP приборов и инструментов, из которого можно выбрать нужное устройство. Некоторые приборы выполняют сходные операции, использующие одни и те же ресурсы аппаратных средств NI ELVIS II Series, и не могут быть запущены одновременно. Если одновременно запущены два конфликтующих прибора, то ПО ELVISmx предложит диалог, описывающий конфликт, который необходимо устранить. Информация о возможных конфликтах ресурсов в Таблице 6.

6. Аппаратные средства NI ELVIS II Series и их программное обеспечение

Цифровой мультиметр, Digital Multimeter (DMM)

Прибор выполняет следующие виды измерений:

- напряжение постоянное (DC) и переменное (AC)
- ток (DC и AC)
- сопротивление
- ёмкость
- индуктивность
- параметры диодов
- наличие электрического контакта

Измерение напряжения, тока, сопротивления, диодов и тест наличия контакта.

Ограничения по входному напряжению $U_{вх} \leq 60 \text{ VDC}; \leq 20 \text{ V C.K.3.}$

Мультиметр на NI ELVIS II Series имеет три изолированных входа со штыревыми гнездами BANANA с левой стороны рабочего места.

Вход **U, Ω , Diode** (красный) – положительный вход DMM для измерения напряжения, сопротивления, параметров диодов, наличия контакта.

Вход **A** (красный) - положительный вход DMM для измерения тока.

Вход **COM** (черный) - общая земля DMM для измерения напряжения, тока, сопротивления, параметров диодов, наличия соединения.

Входы DMM не подключены к монтажной плате, следовательно, для проведения измерений в схемах на монтажной плате нужно использовать кабели BANANA – BANANA для передачи сигналов от конфигурируемых пользователем гнезд BANANA до соединителей DMM на лабораторной станции.

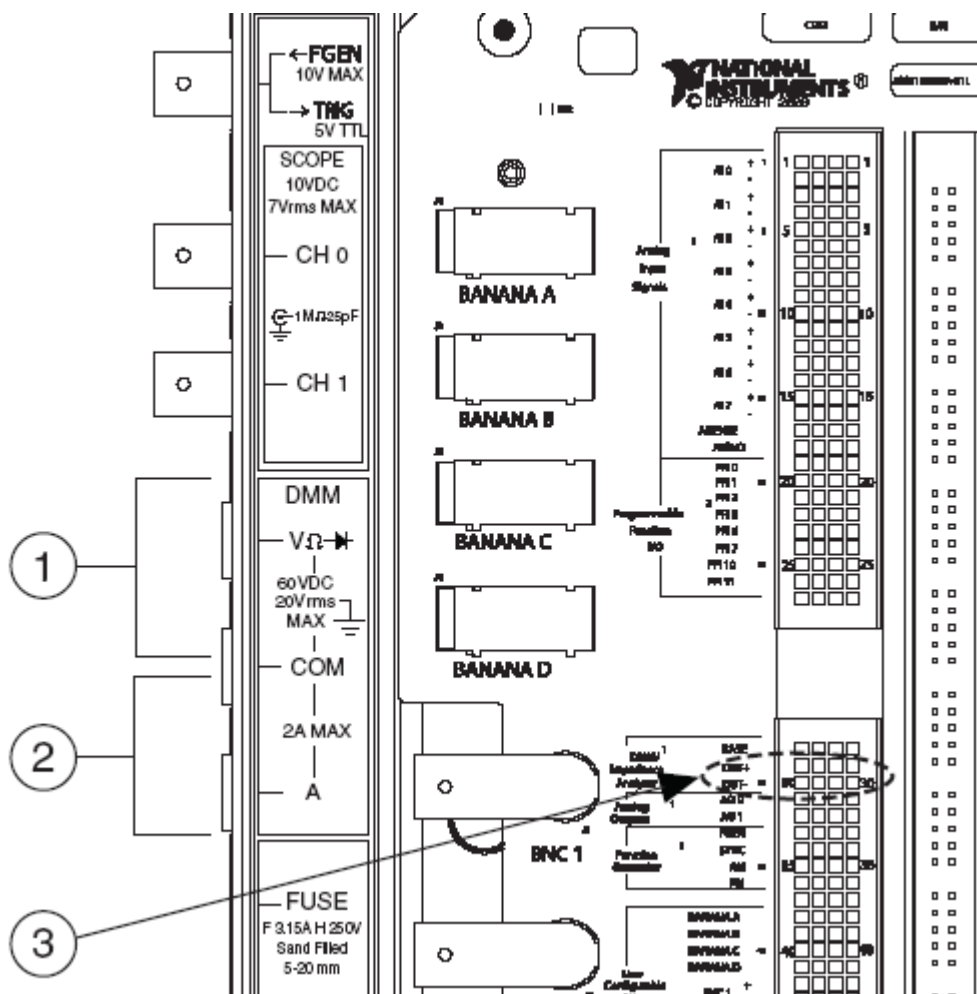


Рис. 3 Разъёмы и выходы для проведения измерений мультиметром.

1 – выходы для измерения напряжения/сопротивления/параметров диодов/соединения

2 – выходы для измерения тока

3 – выходы для измерения емкости и индуктивности

Диапазон частот при измерении мультиметром переменных сигналов ограничен сверху частотной погрешностью. Типовые значения относительной частотной погрешности при измерении гармонического напряжения приведены в Таблице

Таблица 4. Частотная погрешность мультиметра

f (кГц)	100	150	180	200	250	300
δ (%)	0	0,3	1	2	5	10

Измерение емкости и индуктивности мультиметром. Используют неизолированные входы DUT+ и DUT– анализатора импеданса *DMM/Impedance Analyzer* расположенные непосредственно на монтажной плате. При проведении измерения нужно соединить входы DUT± с объектом измерения на монтажной плате.

Осциллограф, Oscilloscope (Scope)

Входы осциллографа:

CH 0 – соединитель BNC, вход канала 0 осциллографа.

CH 1 – соединитель BNC, вход канала 1 осциллографа.

Каналы 0 и 1 осциллографа не подключены к монтажной плате и доступны через соединители BNC на левой стороне лабораторной станции. Для проведения измерений в схемах на монтажной плате нужно использовать кабели BNC – BNC для передачи сигналов от конфигурируемых пользователем гнезд BNC до соединителей осциллографа на лабораторной станции.

Осциллограф NI ELVIS II Series+ использует АЦП с 8-битовым разрешением, обеспечивающий скорость преобразования 100 MS/s по одному или двум каналам в случае использования входов с разъемами BNC на рабочей станции.

На компьютерный дисплей SFP осциллографа могут быть выведены сигналы непосредственно с входов AI 0 ÷ AI 7 монтажной платы, но частотный диапазон по этим входам ограничен скоростью преобразования 1,25 MS/s. Типовые значения относительной частотной погрешности при измерении гармонического напряжения по входам AI 0 ÷ AI 7 приведены в Таблице 4.

SFP осциллограф ELVISmx обладает функциональными возможностями типичного лабораторного осциллографа. Прибор двухканальный, снабжен кнопками обеспечивающими изменение масштаба оси напряжений, регулирование положения луча и изменение временных параметров развертки. Возможность автоматического масштабирования позволяет регулировать масштаб изобра-

жения напряжения на основе значения напряжения полного размаха (peak-to-peak) переменного сигнала для лучшего его представления.

Можно выбрать источник и настройку режимов синхронизации. Возможен выбор между внутренней синхронизацией, цифровой синхронизацией с выхода генератора FGEN или прямоугольными импульсами SYNC, синхронизацией аналоговым сигналом с одного из входов осциллографа.

Компьютерный дисплей осциллографа позволяет использовать курсоры для точных экранных измерений и показывает ряд параметров входного сигнала. Однако, результаты измерений могут в небольших пределах ($0,5 \div 1$)% зависеть от скорости развертки. Кроме того, результат измерений корректен, если на экран осциллографа выведен не менее чем один период входного переменного напряжения.

Генератор сигналов произвольной формы, Arbitrary Waveform Generator (ARB)

Этот виртуальный SFP прибор, оснащенный широкими возможностями, позволяет создавать выходные сигналы представляющие собой функции времени различных типов. Для создания сигналов используют редактор формы колебаний генератора, включенный в программу ELVISmx. Чтобы сгенерировать сигнал заданной формы, нужно загрузить в ARB SFP вид формы колебания, созданный редактором формы.

Устройство имеет два выходных канала АО 0 и АО 1 и одновременно может генерировать сигналы двух форм. Можно выбрать непрерывный или одиночный запуск.

Дополнительная информация в *NI ELVISmx Help*.

Аналоговый выход, Analog Output

Два специализированных аналоговых выхода выведены на контакты АО 0 и АО 1 монтажной платы. Эти выходы используют для создания сигналов произ-

вольной формы генератором ARB. АО 0 также используется для внутреннего возбуждения вывода BASE в 3-х проводном анализаторе BAX.

Функциональный генератор, Function Generator (FGEN)

Разъем **FGEN/TRIG** на лабораторной станции – выход генератора функций. Также, с разъема осуществляют синхронизацию осциллографа в режиме цифровой импульсной синхронизации **DIGITAL/TRIG**.

Выход генератора может быть подведен к разъему **FGEN/TRIG** типа BNC или к контакту **FGEN** на монтажной плате. Соединение через разъем BNC обеспечивает лучшие параметры сигнала на высоких частотах. Цифровые сигналы +5 V в виде однополярных прямоугольных импульсов выведены на контакт синхронизации **SYNC** монтажной платы. Контакты **AM** и **FM** - аналоговые входы для амплитудной и частотной модуляции выходных сигналов генератора.

Прибор генерирует переменные сигналы в виде колебаний трех стандартных форм – синусоидальной, прямоугольной или треугольной. Возможен выбор напряжения амплитуды колебания и частотных параметров сигнала.

Frequency – регулировка частоты генерации с помощью ПО или в ручную.

Amplitude – регулировка амплитуды колебаний с помощью ПО или в ручную.

Ручки ручного управления на лабораторной станции активны, когда установлен ручной режим – горит светодиод **Manual Mode**.

DC Offset – смещение переменного сигнала по постоянному току.

Регулируемые источники напряжения, Variable Power Supplies Controls

Источники обеспечивают регулируемое положительное напряжение на выводе **SAPPLY+**, и регулируемое отрицательное напряжение на выводе **SAPPLY-**. Все напряжения отсчитываются относительно узла **GROUND**.

– положительное напряжение источника изменяют от 0 до +12V

– отрицательное напряжение источника изменяют от -12 до 0V

В режиме Sweep возможно автоматическое изменение напряжения в заданном диапазоне с заданным шагом по амплитуде и времени.

Ручки ручной регулировки на лабораторной станции активны, когда установлен ручной режим – горит светодиод Manual Mode.

Анализатор частотных характеристик, Bode Analyzer

Анализатор использует выходной сигнал функционального генератора FGEN в качестве входного сигнала анализируемой цепи. Два аналоговых канала анализатора осуществляют измерение входного и выходного сигналов цепи. ПО осуществляет внутреннее подключение сигнала FGEN, следовательно, для исключения конфликта не следует активизировать генератор.

Комбинация возможностей ступенчатого автоматического изменения частоты FGEN и измерительных возможностей аналоговых входов AI устройства, позволяет реализовать полнофункциональный анализатор для построения амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик анализируемой цепи. Управление прибором осуществляется из ПО ELVISmx, максимальный диапазон анализа по частоте от 0 до 200кГц.

Регулировками можно установить частотный диапазон анализа, амплитуду входного напряжения, выбрать линейный или логарифмический масштаб по осям, произвести курсорные измерения. Для получения корректного результата важно правильно установить амплитуду входного напряжения, чтобы не допустить режима насыщения анализируемой цепи.

Подробное описание требуемых связей аппаратных средств в *NI ELVISmx Help*.

Двух и трех проводные анализаторы BAX, Two-Wire and Three-Wire Current-Voltage Analyzers

Приборы позволяют проводить тестирование параметров диодов и биполярных транзисторов типа NPN и PNP и представлять графики их вольтамперных характеристик (BAX).

Двухпроводный прибор использует входные контакты DUT+ и DUT– и обеспечивает гибкость в установке таких параметров как диапазоны напряжения и тока и может сохранять данные измерений в файле.

Трехпроводной прибор использует контакты DUT+, DUT– и BASE и предусматривает настройку тока базы для измерения характеристик транзисторов типа NPN и PNP. Оба прибора имеют курсоры для более точных экранных измерений. Детальное описание анализаторов в *NI ELVISmx Help*.

Таблица 5. Подключение транзистора к монтажной плате

Выводы тран-	Выводы монтажной
База	BASE
Коллектор	DUT+
Эмиттер	DUT-

Анализатор импеданса, Impedance Analyzer

Прибор является базовым анализатором импеданса, способным измерять полное, активное и реактивное сопротивления пассивных двухполюсников на заданной частоте.

Анализатор спектров сигналов, Dynamic Signal Analyzer (DSA)

Этот прибор выполняет спектральный анализ сигнала в частотной области, в результате которого определяют спектр сигнала поступающего на входы AI 0 ÷ AI 7 или входы осциллографа. Можно определить режим работы анализатора – непрерывное измерение или однократное сканирование. К сигналу можно применить фильтрацию с использованием различных временных окон.

Счетчик/Таймер, Counter/Timer

Монтажная плата обеспечивает доступ к двум счетчикам/таймерам лабораторной станции, управление которыми также осуществляется из ПО. Их входы используют для счета цифровых сигналов уровня TTL, обнаружения фронтов импульсов, и генерации импульсных последовательностей. Сигналы

CTR0_SOURCE, CTR0_GATE, CTR0_OUT, CTR1_SOURCE, CTR1_GATE и CTR1_OUT подключены к линиям PFI определенным по умолчанию как COUNTER 0 и COUNTER 1.

Дополнительная информация в *M Series User Manual*.

Анализатор цифровых сигналов, Digital Reader

Прибор анализирует цифровые данные в виде логических сигналов 0 или 1 с цифровых линий DIO (0...23) NI ELVIS II. Можно одновременно прочитать восемь последовательных линий – DIO (0...7), (8...15), (16...23) в непрерывном или однократном режиме.

Генератор цифровых сигналов, Digital Writer

Прибор обеспечивает подачу 8-разрядного двоичного цифрового кода на цифровые линии DIO NI ELVIS II. Код задает пользователь с помощью соответствующего шаблона. Прибор управляет восьмью последовательными линиями и либо непрерывно, либо однократно формирует на выходе код в соответствии с шаблоном. Возможен выбор различных режимов работы: непрерывный счет и выдача двоичного кода от 0 до 255; периодическая инверсия разрядов кода; последовательный сдвиг кода вправо и влево; циклический сдвиг кода. Пока к выходным линиям подключен другой шаблон, выход ELVISmx генератора цифровых сигналов SFP находится в запертом состоянии, а линии, которые он использует, конфигурированы для чтения. Уровни выходного напряжения цифровых линий NI ELVIS II Series совместимы с уровнями TTL.

7. Конфликты ресурсов NI ELVIS II

При одновременной работе нескольких SFP приборов и инструментов NI ELVIS II между ними могут возникать конфликты из-за необходимости использования одних и тех же ресурсов. На рис. 6 приведена таблица взаимных конфликтов. Используемый прибор находят в левом столбце, а в соответствующей ему строке перечислены все функции, которые вызывают взаимные конфликты ресурсов.

	DMM - Voltmeter, Ammeter, Resistance, Continuity, Diode	DMM - Inductance, Capacitance	Oscilloscope (NI ELVIS II and AI Channels)	Oscilloscope (NI ELVIS II+ High Speed Channels)	Oscilloscope Digital Trigger Input BNC	Function Generator Prototyping Board	Function Generator BNC	Function Generator Manual Mode	Variable Power Supply Software Mode	Variable Power Supply Manual Mode	Bode Analyzer	Dynamic Signal Analyzer	Arbitrary Waveform Generator AO 0	Arbitrary Waveform Generator AO 1	Impedance Analyzer	Two-Wire Current-Voltage Analyzer	Three-Wire Current-Voltage Analyzer
DMM - Voltmeter, Ammeter, Resistance, Continuity, Diode	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DMM - Inductance, Capacitance	X	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	X	X	-	X	X	X
Oscilloscope (NI ELVIS II and AI Channels)	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	X	X	X
Oscilloscope (NI ELVIS II+ High Speed Channels)	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oscilloscope Digital Trigger Input BNC	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Function Generator Prototyping Board	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X	X	X
Function Generator BNC	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	X	-	X	-	X	X	X
Function Generator Manual Mode	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Variable Power Supply Software Mode	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Variable Power Supply Manual Mode	-	X1	X1	-	-	-	-	-	-	-	X1	X1	-	-	X1	X1	X1
Bode Analyzer	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X1	-	X	-	-	X	X	X
Dynamic Signal Analyzer	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X1	X	-	-	-	X	X	X
Arbitrary Waveform Generator AO 0	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X
Arbitrary Waveform Generator AO 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impedance Analyzer	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X1	X	X	X	-	-	X	X
Two-Wire Current-Voltage Analyzer	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X1	X	X	X	-	X	-	X
Three-Wire Current-Voltage Analyzer	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X1	X	X	X	-	X	X	-

Conflict Codes:

- = No conflict

X = Conflict exists

X1 = Conflict exists if Measure Actual Voltages option is enabled in VPS Manual Mode

Рис. 6. Таблица взаимных конфликтов SFP приборов и инструментов.

Список литературы

1. NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite II Series (NI ELVISTM II Series) User Manual [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ni.com/pdf/manuals/374629c.pdf> (дата обращения 01.12.2015).
2. Where to Start with NI ELVIS II Series [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ni.com/pdf/manuals/374628c.pdf> (дата обращения 01.12.2015).
3. Read Me First: Safety and Radio-Frequency Interference [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ni.com/pdf/manuals/373332e.pdf> (дата обращения 01.12.2015).