

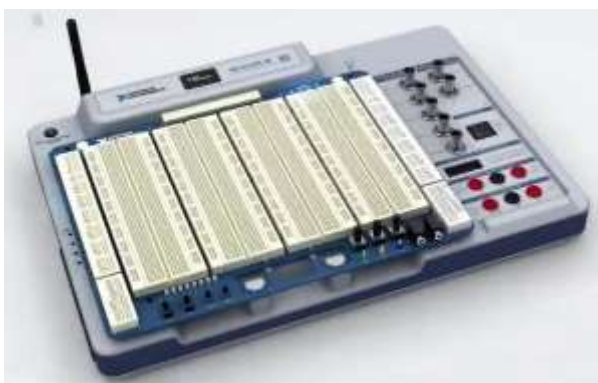
Лабораторная работа №1

Исследование переходной характеристики логического инвертора

Цель работы – ознакомиться с лабораторным стендом NI ELVIS III; ознакомиться с микросхемами цифровой логики, зарегистрировать переходную характеристику логического инвертора.

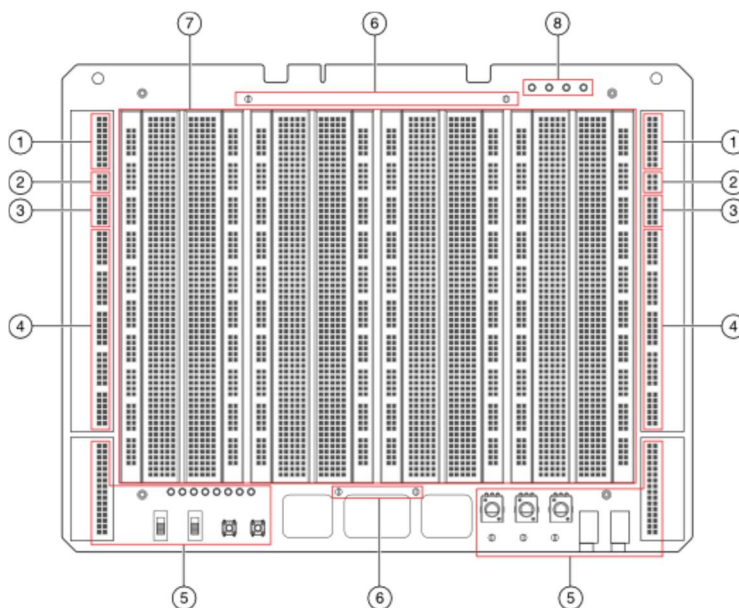
Лабораторное оборудование

Лабораторный стенд NI ELVIS III от компании National Instruments представляет собой профессиональный комплекс для проектирования, макетирования и отладки аналоговых и цифровых электронных схем. Комплекс включает наборное поле для монтажа схем и встроенное измерительное оборудование, обладающее широким функционалом.



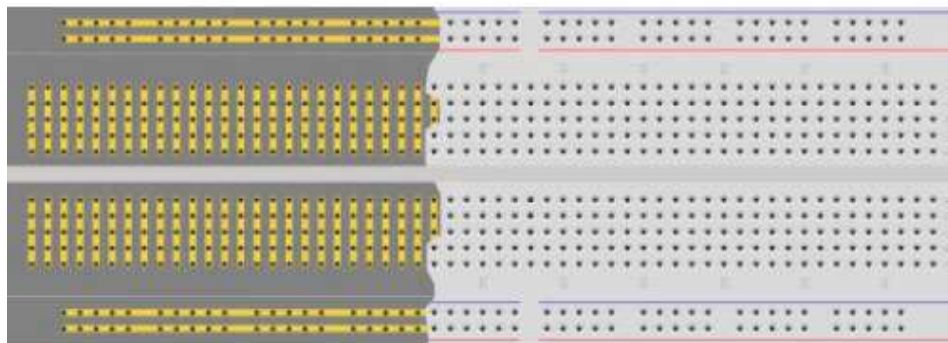
Внешний вид отладочного комплекса NI ELVIS III

Комплекс подключается к компьютеру с помощью интерфейсов USB или Ethernet. С помощью программного обеспечения, установленного на компьютере, можно управлять измерительным и функциональным оборудованием стенда, регистрировать результаты измерений, программировать управление схемой и т.д.



Наборное поле комплекса NI ELVIS III: 1 - аналоговый ввод, 2 - аналоговый вывод, 3 - нерегулируемые источники питания, 4 - цифровой ввод-вывод, 5 - пользовательская периферия, 6 - общая точка для цифровых сигналов (цифровая земля); 7 - область макетирования, 8 - светодиоды нерегулируемых источников питания.

В центральной части стенда расположено наборное поле, состоящее из четырех беспаячных макетных плат. Макетные платы содержат гнезда, предназначенные для установки электронных компонентов и соединительных проводников. В основном поле макетных плат гнезда расположены группами по 5 шт. Внутри макетной платы эти 5 гнезд объединены, то есть все контакты, подключенные в одну группу, будут представлять собой одну точку на схеме.

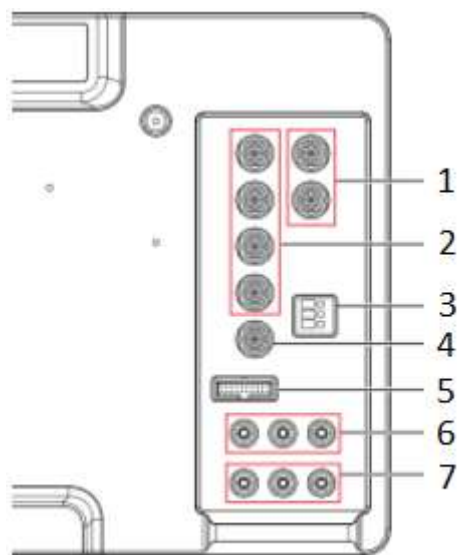


Объединение контактов внутри макетной платы

Боковые поля макетной платы, обозначенные красной и синей линиями и знаками «+» и «-», объединены внутри макетной платы по всей ее длине. Для макетирования электронной схемы нужно установить компоненты на макетной плате и с помощью соединительных проводников выполнить необходимые подключения.

Справа и слева от наборного поля расположены группы функциональных контактов, подключенные к встроенному оборудованию стенда. Эти группы содержат аналоговую (AI0-AI7) и цифровую (DIO0-DIO19) шины, источники питания номиналом ± 15 , 5 и 3,3 В. В названиях линий префикс «А» означает аналоговое, а префикс «D» - цифровое назначение линии. Обозначение «I» означает, что линия работает на ввод (input), а «O» - на выход (output).

Изучите контактную панель, расположенную в правой части стенда. Здесь расположены разъемы для подключения щупов осциллографа, функционального генератора, анализатора цифровых данных, переменного источника питания, цифрового мультиметра.



Разъемы функциональных модулей стенда: 1 – генератор сигналов, 2 – осциллограф, 3 – анализатор вольтамперных характеристик, 4 – сигнал запуска, 5 – логический анализатор/генератор цифровых последовательностей, 6 – регулируемый источник питания, 7 – цифровой мультиметр

Рассмотрим способ подключения светодиода к кнопке.

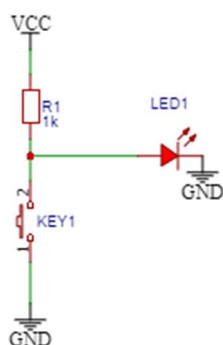
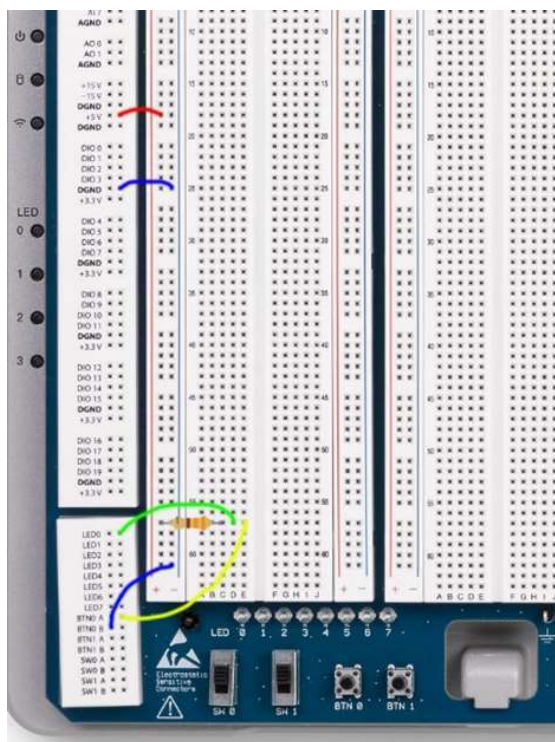


Схема подключения светодиода к кнопке

При отпущенной кнопке ток протекает через резистор и светодиод. В данном случае резистор задает величину тока, протекающего через светодиод, и определяет яркость свечения. При нажатой кнопке светодиод оказывается зашунтированным и не производит свечения. В этом случае резистор ограничивает ток и предотвращает короткое замыкание через кнопку.

Чтобы собрать такую схему, будем использовать кнопку BTN0 и светодиод LED0, расположенные на левой нижней части стенда. Оба вывода кнопки выведены на монтажную панель и обозначены как BTN0 A и BTN0 B. У светодиодов на панель выведен только анод, обозначенный как LED0.

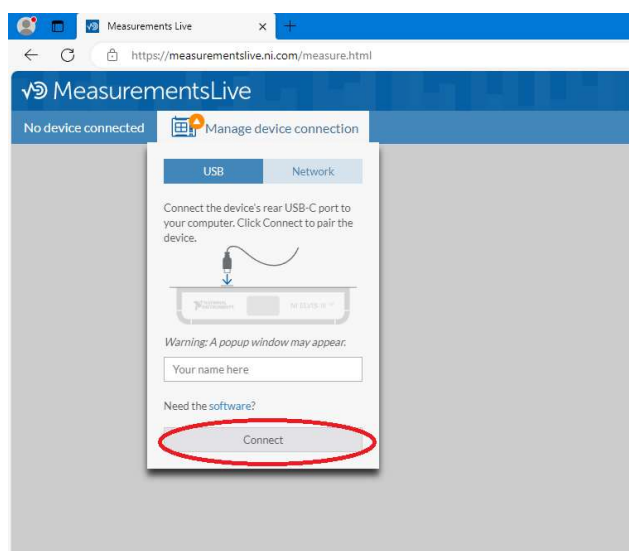


Подключение светодиода к кнопке на монтажной панели

Соберите схему, убедитесь в ее работоспособности.

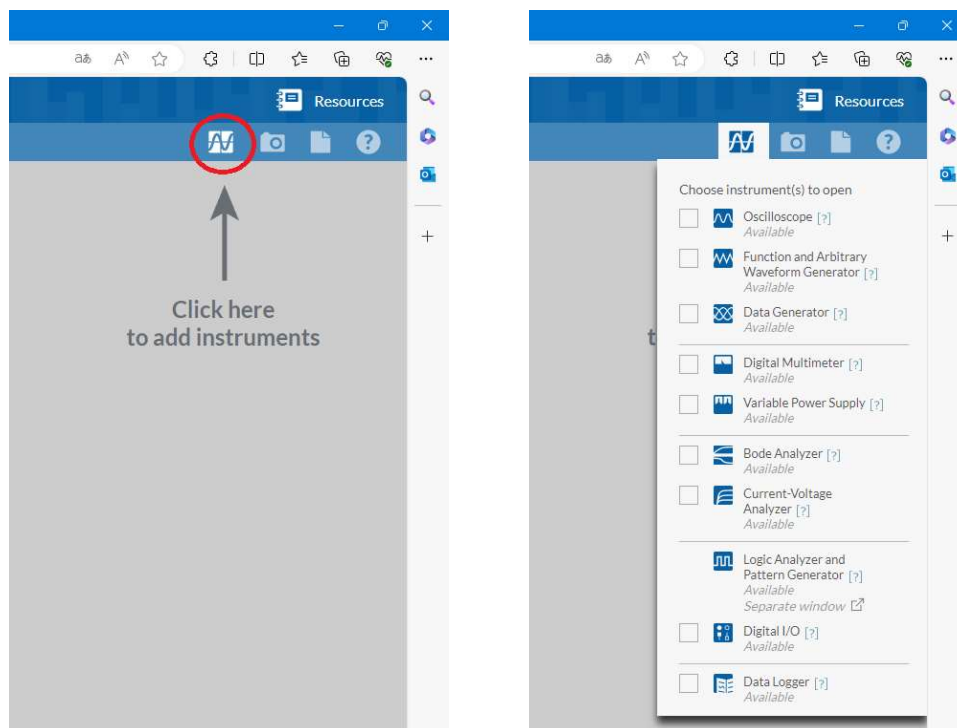
Работа с программным обеспечением

Для начала работы включите питание стенда, нажав кнопку в левом верхнем углу. Запустите на рабочем столе ярлык Measurement Live. Откроется браузер окном доступа к программному обеспечению стенда. Кликните на ярлыке Measure. Нажмите кнопку Connect.



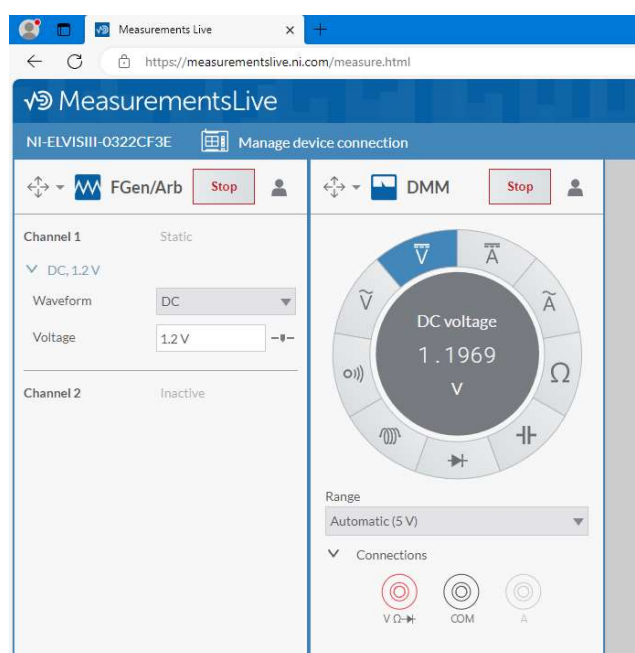
Подключение стенда

После того, как подключение установилось, кликните по пиктограмме с панелью измерительных приборов.



Выбор инструментов

Здесь можно активировать необходимые инструменты, установив флажок напротив соответствующего инструмента. Выберите Functional and Arbitrary Waveform generator и Digital multimeter.



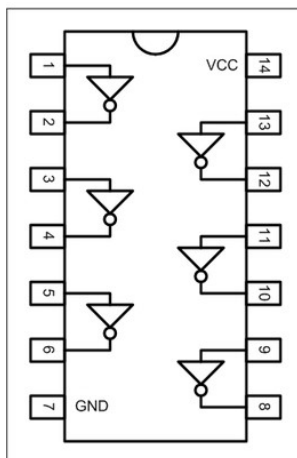
Функциональный генератор и мультиметр

По умолчанию приборы выключены. Для того, чтобы их активировать, нужно нажать кнопку Run на панели соответствующего инструмента. Подключите шнуры мультиметра и генератора к стенду. Установите Wavwform в положение DC, задайте некоторое постоянное напряжение на выходе генератора. Измерьте это напряжение мультиметром, убедитесь, что приборы работают верно.

Цифровые микросхемы

В электронике цифровые микросхемы применяются для получения, хранения, обработки и передачи цифровых данных, представленных в виде двоичного числа. Поскольку на физическом уровне электронные схемы взаимодействуют не с числами, а токами и напряжениями, для цифровых микросхем необходимо определить некое соответствие между цифровыми данными и физическими величинами. Наиболее часто применяется следующий подход. Напряжение, близкое к нулевому, означает цифру «0» двоичного числа и называется логическим нулем. Напряжение, близкое к напряжению питания, означает цифру «1» двоичного числа и называется логической единицей.

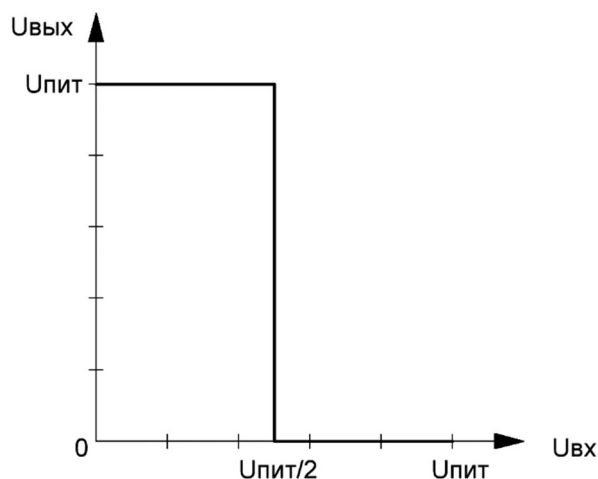
Рассмотрим в качестве примера одну из наиболее простых цифровых микросхем – 74НС04 (отечественный аналог – КР1533ЛН1). Это так называемый логический инвертор. Инвертор имеет всего один вход и один выход. Назначение логического инвертора состоит в том, чтобы менять уровень входного логического сигнала на противоположный. Например, если на вход инвертора поступает логическая единица, на выходе инвертора будет логический ноль, и наоборот. Микросхема 74НС04 имеет 14 выводов и содержит 6 независимых логических инверторов.



Цоколевка и внутренняя структура микросхемы 74НС04

Корпус микросхемы имеет так называемый «ключ» - выемка или точка, расположенные с одной стороны корпуса. Нумерация выводов микросхемы начинается от ключа и происходит в направлении против часовой стрелки. Для работы цифровой микросхемы необходимо, чтобы на нее поступало питание. У многих цифровых микросхем линия питания – это последняя линия микросхемы, а линия «земли» - это последняя линия первого ряда выводов. Все 6 инверторов рассматриваемой микросхемы имеют общие линии питания и земли.

Итак, инвертор предназначен для изменения состояния логического сигнала на противоположный. Если на вход инвертора поступает напряжение, близкое к напряжению питания, на выходе будет напряжение, близкое к нулю, и наоборот. В реальности, напряжение, поступающее на вход микросхемы, может несколько отличаться от целевого уровня. Это может происходить, например, из-за помех или при изменении состояния входной линии на противоположное. При этом инвертор должен уверенно воспринимать входной сигнал и удерживать выходное значение на нужном уровне. Если изобразить зависимость напряжения выходной линии инвертора от напряжения входной линии, в идеальном случае эта зависимость должна выглядеть как показано на следующем рисунке.



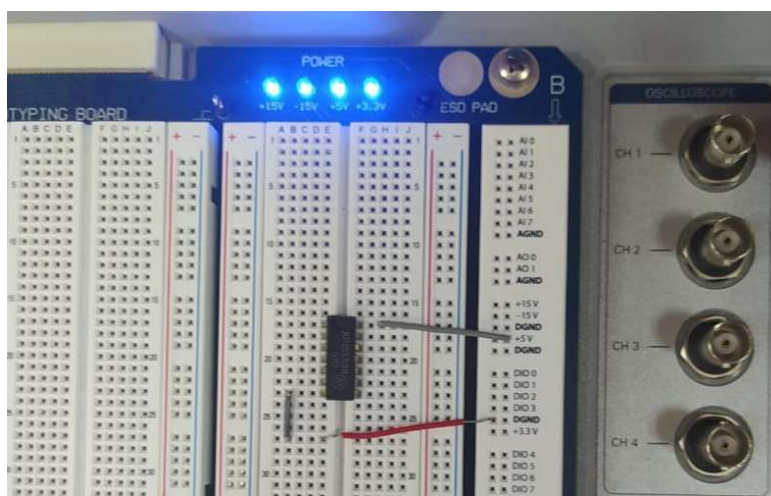
Передаточная характеристика идеального инвертора

В реальности передаточная характеристика выглядит похожим образом, однако ее форма несколько отличается от идеальной.

Программа работы

Возьмите микросхему логического инвертора и установите на наборное поле. Будьте аккуратны при установке и изъятии микросхем, чтобы не повредить их выводы!

Подайте на 14-ый вывод микросхемы питание 5 В, а 7-ой вывод подключите к линии DGND.



Подача питания на микросхему

Установите на выходе функционального генератора постоянное напряжение величиной 0 В. С помощью соединительных проводников подключите функциональный генератор (сигнальную линию) к выводу 1 микросхемы, которая является входом инвертора. Землю генератора нужно также соединить с землей микросхемы. Далее, используя соединительные проводники, измерьте мультиметром напряжение на выходе инвертора (линия 2 микросхемы) относительно земли. Постепенно увеличивая напряжение на входе инвертора с шагом 0,1 В, снимите зависимость выходного напряжения инвертора от входного в диапазоне от 0 до 5 В.

Содержание отчета

1. Цель работы, краткие теоретические сведения.
2. Таблица с результатами измерения.
3. График зависимости выходного напряжения инвертора от входного напряжения.
4. Выводы

Контрольные вопросы

1. Как запустить NI ELVIS III и подключить его к компьютеру? Опишите или продемонстрируйте последовательность действий.
2. Сколько каналов у осциллографа у NI ELVIS III?
3. Как настроить генератор сигналов на стенде NI ELVIS III?
4. Как нужно подключить светодиод на стенде NI ELVIS III, чтобы он светился?
5. Как устроена макетная плата на NI ELVIS III?
6. В чем заключается специфика цифровых микросхем?
7. Какая величина напряжения может поступать на входы цифровых микросхем?
8. Как на практике выглядит передаточная характеристика логического инвертора? Как она должна выглядеть в идеальном случае?
9. В каких случаях и по какой причине напряжение на входе цифровых микросхем может отличаться от целевого значения?
10. Нужно ли цифровым микросхемам питание?