Симулятор измерительных приборов NI
Руководство пользователя

Редакция декабрь 1997

Номер 320638C-01

© Copyright 1996,1997 National Instruments Corporation. Все права защищены.

Интернет-поддержка

Электронная почта: `support@natinst.com`

FTP-сервер: `ftp.natinst.com`

Веб-адрес: `http://www.natinst.com`

Поддержка электронной службы

BBS United States: 512 794 5422

BBS United Kingdom: 01635 551422

BBS France: 01 48 65 15 59

Поддержка по факсу

512 418 1111

Поддержка по телефону (США)

Тел.: 512 795 8248

Факс: 512 794 5678

Международные офисы

Australia 03 9879 5166, Austria 0662 45 79 90 0, Belgium 02 757 00 20, Brazil 011 288 3336,

Canada (Ontario) 905 785 0085, Canada (Québec) 514 694 8521, Denmark 45 76 26 00,

Finland 09 725 725 11, France 01 48 14 24 24, Germany 089 741 31 30, Hong Kong 2645 3186,

Israel 03 6120092, Italy 02 413091, Japan 03 5472 2970, Korea 02 596 7456, Mexico 5 520 2635,

Netherlands 0348 433466, Norway 32 84 84 00, Singapore 2265886, Spain 91 640 0085, Sweden 08 730 49 70,

Switzerland 056 200 51 51, Taiwan 02 377 1200, United Kingdom 01635 523545

Штаб-квартира корпорации National Instruments

6504 Bridge Point Parkway Austin, Texas 78730-5039 USA Tel: 512 794 0100

Важная информация

Гарантийные обязательства

На симулятор измерительных приборов NI действует гарантия от дефектов материалов и конструкции в течение двух лет от даты продажи, которая подтверждается квитанцией о поступлении денег или другими документами. National Instruments обязуется отремонтировать или заменить неисправное оборудование в течение гарантийного срока. Гарантийное обслуживание включает в себя замену комплектующих и ремонтные работы.

На носитель информации, на котором поставляется программное обеспечение National Instruments, установлена гарантия от неисполнения программных инструкций вследствие дефектов материала и изготовления. Эта гарантия действует в течение 90 дней от даты продажи, которая подтверждается квитанцией о поступлении денег или другими документами. National Instruments обязуется в течение гарантийного срока восстановить или заменить бракованный носитель информации с программным обеспечением, с которого не выполняются программные инструкции, если National Instruments получит уведомление о таких дефектах в течение гарантийного срока. National Instruments не гарантирует стабильность и безошибочность работы программного обеспечения.

Перед тем, как оборудование принимается на гарантийное обслуживание, снаружи упаковки должен быть нанесен номер возврата товара, полученный на заводе. National Instruments оплатит почтовые расходы при возврате комплектующих, находящихся на гарантии.

National Instruments ручается за достоверность информации в настоящем документе. Тщательно проверена техническая грамотность документа. При обнаружении технических или орфографических ошибок National Instruments оставляет за собой право внесения изменений в последующих изданиях этого документа без предварительного уведомления обладателей настоящего издания. В случае подозрений о наличии ошибок читателю следует поставить об этом в известность National Instruments.

Ни при каких обстоятельствах National Instruments не несет ответственность за неисправности, связанные с использованием информации, содержащейся в настоящем документе.

NATIONAL INSTRUMENTS НЕ ДАЕТ БОЛЬШЕ НИКАКИХ ГАРАНТИЙ, ПРЯМЫХ ИЛИ КОСВЕННЫХ, НА ПРИГОДНОСТЬ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ КОНКРЕТНЫХ ЗАДАЧ. УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ, ВЫЗВАННЫХ НЕБРЕЖНЫМ ОБРАЩЕНИЕМ С ИЗДЕЛИЯМИ NATIONAL INSTRUMENTS, ДОЛЖНО ПРОИЗВОДИТЬСЯ ЗА СЧЕТ ПОКУПАТЕЛЯ. NATIONAL INSTRUMENTS НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА НЕИСПРАВНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПОТЕРЕЙ ДАННЫХ, ПРЯМЫЕ И КОСВЕННЫЕ УБЫТКИ, ЕСЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬ О НИХ ЗАРАНЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕН. Ответственность National Instruments ограничена независимо от того, было ли изделие повреждено случайно или умышленно. Любые иски против National Instruments должны быть рассмотрены в течение одного года. National Instruments не несет ответственности за любую задержку гарантийного обслуживания в случае возникновения обстоятельств непреодолимой силы. Гарантийному ремонту не подлежат неисправности, дефекты, отказы, вызванные несоблюдением инструкций по установке, работе и обслуживанию изделия; самостоятельной модификацией изделия; небрежным и неправильным обращением; сбоями и импульсными помехами в питающей сети, пожарами, наводнениями, авариями, действиями третьих лиц или обстоятельствами непреодолимой силы.

Авторское право

Согласно законам об авторском праве, это руководство нельзя переиздавать и распространять как в электронной, так и в печатной форме путем ксерокопирования, перезаписи, хранения в информационно-поисковых системах. Также нельзя осуществлять полный или частичный перевод без предварительного письменного разрешения от корпорации National Instruments.

Торговые марки

CVI™, LabVIEW™, и The Software is the Instrument™ являются торговыми марками корпорации National Instruments. Названия других упомянутых в данном руководстве изделий и производителей также являются торговыми марками, у которых есть правообладатели.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ КАСАТЕЛЬНО МЕДИЦИНСКОГО И КЛИНИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ NATIONAL INSTRUMENTS

При разработке продуктов National Instruments не использовались компоненты и тесты, необходимые для обеспечения уровня надежности, требуемого для использования при лечении людей и установки диагнозов. Приложения продуктов National Instruments для медицинского или клинического использования могут создать возможность случайной травмы, вызванной сбоем устройства или ошибкой со стороны пользователя или разработчика. Любое использование продуктов National Instruments в медицинских или клинических целях должно производиться должным образом подготовленным медицинским персоналом. При использовании продуктов National Instruments следует продолжать использовать все традиционные медицинские меры безопасности, оборудование и процедуры, подходящие в конкретной ситуации. В намерения National Instruments НЕ входит заменить своими продуктами любые формы установившихся процессов, процедур или оборудования, уже используемого для наблюдения или охраны человеческого здоровья и безопасности в медицинском или клиническом лечении.

Соответствие нормам на радиочастотные помехи оборудования класса A, установленным Федеральной комиссией связи США/Департаментом связи Канады

Настоящее оборудование генерирует энергию радиоволн и воспринимает ее. Следовательно, его установка и эксплуатация не в строгом соответствии с указаниями, приведенными в настоящем руководстве, может создать помехи для радиовещательного и телевизионного приема. Классификационные требования Федеральной комиссии связи (FCC) и Департамента связи Канады (DOC) одни и те же. Данное оборудование протестировано и удовлетворяет требованиям данных органов государственного регулирования.

Федеральная комиссия по связи

Настоящее оборудование протестировано и признано удовлетворяющим ограничениям, накладываемым на цифровое устройство класса A, в соответствии с частью 15 Требований Федеральной комиссии связи. Эти ограничения направлены на обеспечение защиты от вредного излучения, когда оборудование работает в помещениях коммерческого назначения. Данное оборудование генерирует, потребляет, а также может излучать энергию радиоволн и, если установлено не в соответствии с указаниями настоящего руководства, вызывать помехи для систем радиосвязи. Эксплуатация данного оборудования в жилом помещении, скорее всего, приведет к появлению помех, которые пользователь должен подавлять за свой собственный счет.

Пользователю на заметку: изменения или модификации, прямо не одобренные National Instruments, могут аннулировать возможность пользователя работать с оборудованием в соответствии с правилами Федеральной комиссии связи

Данное устройство удовлетворяет требования Федеральной комиссии связи, только если используется с экранированными кабелями подходящего качества и конструкции. National Instruments использует подобные кабели для тестирования данного устройства и предоставляет их для покупки пользователям. Использование кабелей худшего качества или неэкранированных кабелей может привести к аннулированию возможности пользователя работать с оборудованием в соответствии с правилами Федеральной комиссии связи.

При необходимости свяжитесь с National Instruments или опытным специалистом в области радио и телевидения для дополнительных советов. Также может оказаться полезным следующий буклет, предлагаемый Федеральной комиссией по связи: Interference to Home Electronic Entertainment Equipment Handbook. Данный буклет доступен для заказа по адресу U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

Департамент связи Канады

Настоящее цифровое устройство класса A соответствует всем требованиям к оборудованию, создающему помехи.

Содержание

Раздел 1. Работа в режиме симуляции устройств с последовательным портом или интерфейсом GPIB 7

Краткая информация о симуляторе измерительных приборов NI 7

Задняя панель 7

Эмуляция приборов GPIB 8

Сведения об эмуляции GPIB 10

Эмуляция приборов с последовательным портом 10

Сведения об эмуляции приборов с последовательным портом 12

Завершение команд 12

RTS/CTS (аппаратное управление потоком) 12

Заголовок последовательного сообщения 13

Символ конца строки 13

Световые индикаторы ATN и SRQ 13

Распространенные проблемы с при работе в режиме эмуляции прибора с последовательным портом 13

Раздел 2. Набор команд симулятора измерительных приборов NI 14

Формат сигнала (Waveform) 14

Команды симулятора 14

Команды адресации 14

Примеры 15

Команды формата сигнала 15

Примеры 15

Команды генерации сигналов 16

Примеры 16

Команды запроса сигнала 16

Примеры 17

Команды настройки мультиметра 17

Примеры 17

Прочие команды 18

Раздел 3. Примеры 21

Примеры LabVIEW 21

Пример 1 21

Пример 2 23
Пример 3 27
Примеры LabWindows/CVI 30
Пример 1 30
Пример 2 30
Пример 3 31
Пример IBIC 33

Раздел 1. Работа в режиме симуляции устройств с последовательным портом или интерфейсом GPIB

В этом разделе описаны различные настройки и информация для работы в режиме симуляции устройств с интерфейсом GPIB или с последовательным интерфейсом.

Краткая информация о симуляторе измерительных приборов NI

Симулятор приборов NI позволяет симулировать устройства GPIB-интерфейсом (режим G), или с последовательным интерфейсом (режим S). В любом режиме симулятор эмулирует типичный выход цифрового осциллографа или цифрового мультиметра. В режиме S функциональность, характерная для GPIB (SRQ- и GPIB-адресация) не поддерживается.

Симулятор приборов идеален для отладки или обучения. Использование симулятора вместо традиционных приборов для отладки систем сберегает время и трудозатраты. Кроме того, National Instruments использует симулятор на курсах обучения своих клиентов.

Задняя панель

Маркированные переключатели настроек, расположенные на задней панели, определяют режим работы симулятора (G или S), а также настройки, специфические для каждого режима. Немаркированные DIP-переключатели зарезервированы для будущего развития и должны оставаться в положении OFF (выключено). Задняя панель показана на рисунке 1-1.

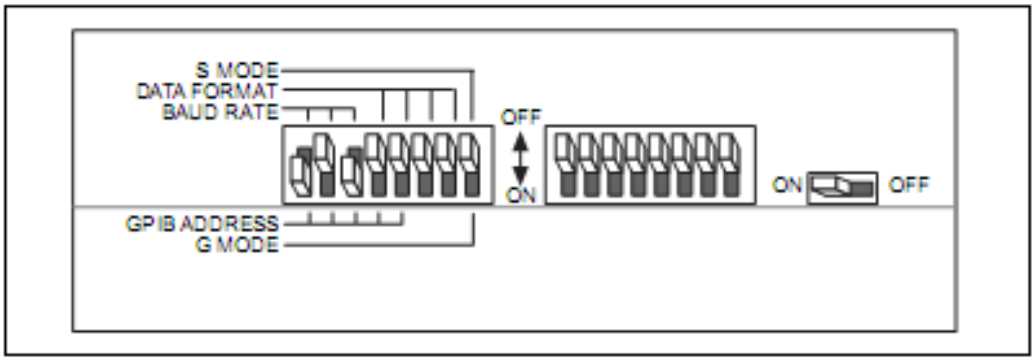

Рисунок 1-1. Задняя панель симулятора

S mode – режим последовательного порта, Data Format – формат данных, Baud Rate - скорость передачи данных в бодах, GPIB Address – адрес GPIB, G Mode – режим GPIB, OFF – выключено, ON – включено

Эмуляция приборов GPIB

Вы можете настроить симулятор на эмуляцию прибора GPIB, используя переключатели настроек на задней панели изделия. Эмуляция воспроизводит работу устройств по стандарту IEEE 488.2, но не в полном соответствии со спецификацией. Чтобы заставить симулятор работать, как устройство GPIB, установите переключатель S MODE/G MODE в положение G MODE (переключатель 8 включен, как показано на рисунке 1-2). Переключатели 6 и 7 должны оставаться выключенными, пока симулятор находится в режиме G.

Первичный адрес GPIB определяется при помощи переключателей, обозначенных “GPIB Address”. Вторичный адрес может быть установлен командой SADDR. Если вы хотите изменить первичный адрес, выключите питание устройства и измените положение переключателей. На рисунке 1-2 показан симулятор, настроенный на эмуляцию GPIB устройства с первичным адресом GPIB, равным 2.

Примечание: ***Цифры 1-8 на самом деле не нанесены на корпус. Они показаны на рисунке в качестве справочной информации***.

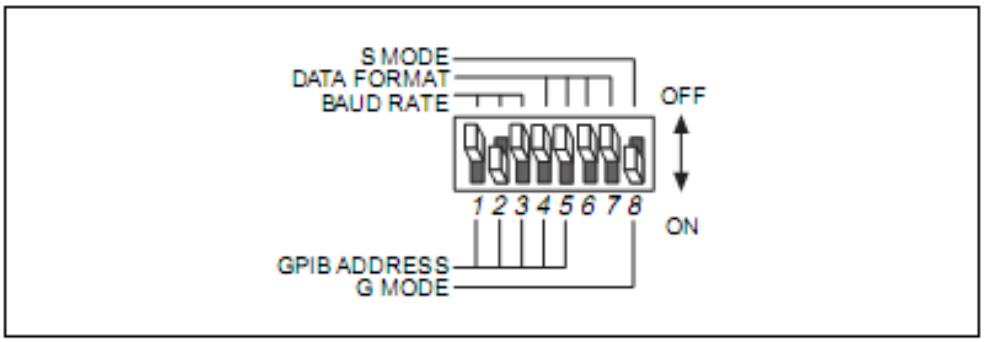

Рисунок 1-2. Пример настройки переключателей в режиме эмуляции GPIB

S mode – режим последовательного порта, Data Format – формат данных, Baud Rate - скорость передачи данных в бодах, GPIB Address – адрес GPIB, G Mode – режим GPIB, OFF – выключено, ON – включено

Настройки для каждого первичного адреса GPIB показаны в таблице 1-1. Заводская установка по умолчанию (адрес 2), выделена жирным курсивом.

Таблица 1-1. Положение переключателей адреса GPIB для эмуляции прибора GPIB

Переключатели					**Адрес GPIB**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	
ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	0
ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	1
ВЫКЛ	***ВКЛ***	***ВЫКЛ***	***ВЫКЛ***	***ВЫКЛ***	***2***
ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	3
ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	4
ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	5
ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	6
ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	7
ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	8
ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	9
ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	10
ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	11
ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	12
ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	13
ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	14
ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	15
ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	16
ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	17
ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	18
ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	19
ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	20
ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	21
ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	22
ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	23
ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	24
ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	25
ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	26
ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	27
ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	28
ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	29
ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	30
ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	Не определен

Сведения об эмуляции GPIB

Когда симулятор эмулирует устройство GPIB, в некоторых случаях вы должны использовать определенный порядок команд. Когда вы записываете команду, которая возвращает данные, вы должны выполнить чтение хотя бы одного байта, прежде чем пытаться послать вторую команду симулятору. Если вы попытаетесь послать команду прежде, чем считаете данные, она не будет принята и завершится по тайм-ауту.

Если вы выполните частичное чтение ответа симулятора на запрос, а затем подадите другую команду, оставшиеся после чтения данные будут потеряны.

Эмуляция приборов с последовательным портом

Вы можете настроить симулятор на эмуляцию прибора с последовательным портом, используя переключатели настроек на задней панели прибора. Если вы хотите изменить конфигурацию симулятора, выключите питание устройства и измените положение переключателей.

Чтобы заставить симулятор работать как устройство с последовательным портом, установите переключатель S MODE/G MODE в положение S MODE (переключатель 8 в положении ВЫКЛ, как показано на рисунке 1-3). Переключатели с 1 по 3 задают скорость передачи данных в бодах, а переключатели с 4 по 7 – формат данных. Переключатели показаны на рисунке 1-3.

Примечание: ***Цифры 1-8 на самом деле не нанесены на корпус. Они показаны на рисунке в качестве справочной информации***.

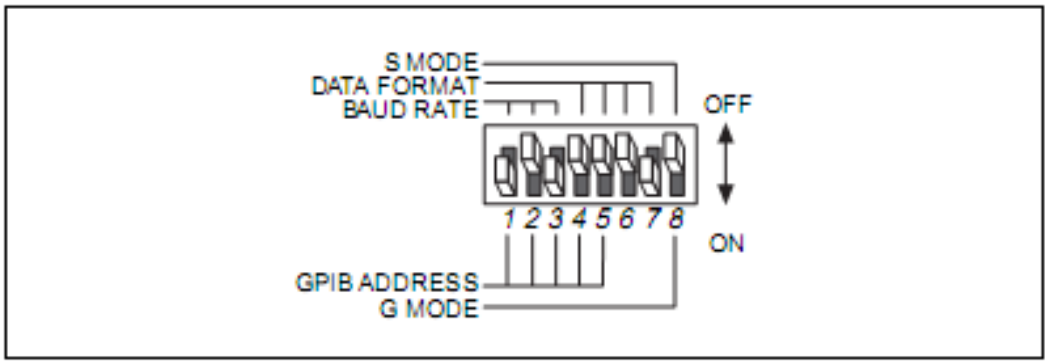

Рисунок 1-3. Изменение настроек S-режима

S mode – режим эмуляции прибора с последовательным портом, Data Format – формат данных, Baud Rate - скорость передачи данных в бодах, GPIB Address – адрес GPIB, G Mode – режим GPIB, OFF – выключено, ON – включено.

На рисунке 1-3 переключатель 8 установлен в режим S, как обозначену над переключателем. Переключатели с 1 по 3 - включен, выключен и включен, соответственно, что значит, что последовательный порт работает на скорости 9600 бод. Переключатели 4 и 5 оба выключены, что означает, что контроль паритета отключен. Переключатель 6 тоже выключен, это

означает, что используется 1 стоп-бит/символ. Переключатель 7 включен, - симулятор использует 8 бит на символ для последовательной передачи данных. Немаркированные DIP-переключатели зарезервированы для будущего развития и должны оставаться выключенными.

В таблицах 1-2 и 1-3 представлены возможные конфигурации переключателей скорости передачи данных в бодах и формата данных при использовании эмуляции приборов с последовательным портом и соответствующие каждой конфигурации параметры режима.

Таблица 1-2. Положение переключателей скорости передачи данных в бодах по последовательному каналу в S-режиме

Переключатели			**Скорость передачи данных в бодах**
1	**2**	**3**	
ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	300
ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	600
ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	1200
ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	2400
ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	4800
ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	9600
ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	Зарезервирован
ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	Зарезервирован

Таблица 1-3. Положение переключателей формата данных

Переключатель	**Положение**	**Описание**
4	ВЫКЛ	Нечетный паритет
	ВКЛ	Четный паритет
5	ВЫКЛ	Формирование/контроль бита паритета отключены
	ВКЛ	Формирование/контроль бита паритета отключены включены
6	ВЫКЛ	1 стоп-бит/символ
	ВКЛ	2 стоп-бита на символ
7	ВЫКЛ	7 бит на символ
	ВКЛ	8 бит на символ
8	ВЫКЛ	Работа в S-режиме
	ВКЛ	Работа в G-режиме

Для работы в режиме симуляции приборов с последовательным портом, установите переключатель 8 в положение ВЫКЛ. (S-режим). Установите остальные переключатели в соответствии с настройками терминала или компьютера, который подключается к другому концу кабеля последовательного интерфейса. Характеристики последовательного порта терминала или компьютера можно изменять с помощью переключателей, специальной утилиты, либо из программной среды.

Для использования симулятора в качестве устройства с последовательным портом, программное обеспечение и кабель последовательного интерфейса должны поддерживать аппаратное управление потоком RTS/CTS (запрос/подтверждение готовности).

Когда симулятор работает в режиме S (устройство с последовательным портом), на светодиодных индикаторах выводится информация о состоянии устройства (таблица 1-4).

Таблица 1-4. Светодиодные индикаторы в режиме S

Светодиодный индикатор	**Состояние устройства**
LISTEN (прием)	Устройство ожидает команду
TALK (передача)	Устройство посылает данные по последовательному интерфейсу
LISTEN и TALK включены	Получена ошибка - текущая команда будет проигнорирована. Пошлите команду заново, чтобы сбросить ошибку.
LISTEN и TALK выключены	Если устройство готово и индикатор питания включен, а индикаторы передачи и приема выключены, устройство готовится отвечать (например, готовит синусоидальный сигнал для отправки на выход)

Сведения об эмуляции приборов с последовательным портом

При работе в режиме эмуляции приборов с последовательным портом вы должны знать особенности завершения команд, управления потоком RTS/CTS, заголовках сообщений, выбора символа конца строки и светодиодных индикаторов ATN и SRQ.

Завершение команд

При использовании устройства для эмуляции приборов с последовательным портом завершайте команды либо символом возврата каретки, либо символом перевода строки, чтобы устройство знало, когда команда завершена, иначе оно ее не выполнит.

RTS/CTS (аппаратное управление потоком)

В данном устройстве используется управление потоком RTS/CTS (запрос/подтверждение готовности) для обозначения готовности посылать данные и готовности контроллера к приему данных. Это предотвращает искажение данных и ошибки, которые могут произойти, когда устройство не готово принять данные. Вы должны использовать кабель последовательного интерфейса и программное обеспечение, которые поддерживают управление потоком RTS/CTS.

Заголовок последовательного сообщения

Когда симулятор эмулирует прибор с последовательным портом, он посылает перед каждым ответом заголовок с информацией о том, сколько далее последует байт данных. Этот заголовок имеет вид `xxxxx\r\n` и должен быть прочитан для определения количества передаваемых далее байт. Пример – ответ на команду "`*tst?`".

Команда: `*tst?`

Ответ: ***00003\r\n***`OK\n`

`00003` означает, что за заголовком последует три байта. Заголовок исключает возможность тайм-аутов при чтении из последовательного порта прежде, чем там появятся данные, а также определяет, сколько именно данных присутствует. Это важно, поскольку при последовательной передаче не определен символ конца строки.

Символ конца строки

В данных, принимаемых с последовательного порта симулятора, символ конца строки (EOS) должен быть равен `NONE`, поскольку ответ симулятора может содержать байты NULL (00) и `\r\n`, которые могутт вызвать преждевременное завершение чтения из последовательного порта.

Световые индикаторы ATN и SRQ

Светодиодные индикаторы ATN и SRQ сигнализируют о запросе обслуживания и требовании внимания, и полезны только при эмуляции GPIB. Индикатор ATN может гореть, но вы должны игнорировать его, если симулятор работает в последовательном режиме. Индикатор SRQ означает, что устройство выдало запрос на обслуживание, но используйте это только как визуальную подсказку. Вы должны считать регистр STB для определения байта состояния.

Распространенные проблемы с при работе в режиме эмуляции прибора с последовательным портом

Прочие соображения о работе в режиме эмуляции прибора с последовательным портом:

- Если вы посылаете команды, но симулятор не отвечает, убедитесь, что команды завершаются символом возврата каретки или перевода строки.
- Если вы заметили, что не получаете полного сообщения, например, "`sys:help?`" возвращает только "`SYS:HELP?`", проверьте используемый символ "конец строки" (EOS). Он должен быть равен NONE. Если он равен переводу строки (LF) или возврату каретки (CR), чтение завершается преждевременно.

Раздел 2. Набор команд симулятора измерительных приборов NI

В данном разделе описывается набор команд, используемый симулятором приборов, а также примеры их применения.

Формат сигнала (Waveform)

Симулятор приборов генерирует 128-точечный сигнал в формате двоичном или ASCII. Сигналы ASCII предваряются заголовком `CURVE`. Бинарные сигналы предваряются знаком решетки (#) и количеством битов в сигнале. Все сигналы завершаются символом перевода строки (<LF>).

ASCII с плавающей точкой (используется по умолчанию)

```
CURVE<пробел>num0,num1,...,num127<LF>
```

Используемый формат с плавающей точкой: `[+][-]1.2345[E[+][-]0]`

8-разрядное беззнаковое двоичное число

```
#3128<Byte 0><Byte 1>...<Byte127><LF>
```

16-разрядное двоичное число со знаком с нормальным (NORMal) порядком байтов

```
#3256<MSB 0><LSB 0>...<MSB 127><LSB 127><LF>
```

16-разрядное двоичное число со знаком с измененным (SWAPped) порядком байтов

```
#3256<LSB 0><MSB 0>...<LSB 127><MSB 127><LF>
```

Команды симулятора

Симулятор приборов использует команды наподобие SCPI (стандартный промышленный набор команд для программируемых приборов). Команды показаны в удлиненном формате; однако симулятор принимает только короткий формат команд. Посылайте только ту часть команды, которая выделена **ЖИРНЫМИ ПРОПИСНЫМИ** буквами. Вы можете послать несколько команд симулятору, разделяя их точкой с запятой (;).

Команды адресации

Вы можете использовать команды адресации для изменения используемого симулятором адреса GPIB. Используемый по умолчанию первичный адрес

GPIB определяется переключателями на задней панели. Вторичная адресация по умолчанию отключена.

Команда адресации используется следующим образом:

SADDRess первичный, вторичный

Примеры

SADDR 2	**Установка адреса, равного 2**
SADDR 3, 4	Установка первичного адреса, равного 3, и вторичного адреса, равного 4

Команды формата сигнала

Следующие команды форматируют данные, возвращаемые симулятором.

FORMat:DATA	
ASCii	**Число с плавающей точкой (по умолчанию)**
INTeger,8	**8-разрядное беззнаковое двоичное число**
INTeger,16	**16-разрядное двоичное число со знаком**
FORMat:DATA?	**Возвращает текущий формат сигнала**

Следующая команда изменяет порядок байтов, возвращаемых в формате INTeger,16

FORMat:BORDer	
NORMal	**Первым старший байт <MSB><LSB>**
SWAPped	**Первым младший байт<LSB><MSB> (по умолчанию)**
FORMat:BORDer?	**Возвращает текущий порядок байтов**

Примеры

FORM:DATA INT,16	**Устанавливает формат сигнала как 16-разрядное целое число.**

FORM:DATA?	Запрос текущего формата сигнала. Например, если команда была послана после предыдущей команды, ответ будет FORM:DATA INT,16<LF>

Команды генерации сигналов

Эти команды генерируют 128-точечный сигнал заданного типа. Количество периодов сигнала произвольно. Генерация сигнала может занять от 2 до 15 секунд, в зависимости от его формата и типа. Как правило, сигналы ASCII требуют больше времени, чем бинарные сигналы

SOURce:FUNCtion	
SINusoid	Синусоидальный сигнал (по умолчанию)
SQUare	Прямоугольный сигнал
NOISe	Синусоида с шумом
RANDom	Случайный (шум)
PCHirp	Линейно-частотно-модулированный сигнал
SOURce:**FUNC**tion**?**	Возвращает текущий тип сигнала)

Примеры

SOUR:FUNC SIN	**Генерирует синусоидальный сигнал**
SOUR:FUNC?	Запрашивает текущий тип сигнала. Например, если эта команда была послана после предыдущей, ответ будет SOUR:FUNC SIN<LF>

Команды запроса сигнала

SENSe:DATA?	**Возвращает остчеты сигнала в формате, заданном командой формата**
SENSe:**VOLT**age:**RANG**e:**OFF**Set**?**	Возвращает смещение сигнала по оси Y в формате ASCII с плавающей точкой
SENSe:**VOLTag**e:**RANG**e**?**	Возвращает масштаб сигнала по оси Y в формате ASCII с плавающей точкой.
SENSe:**SWE**ep:**TIME?**	Возвращает инкремент по оси X (1E-3) в формате ASCII с плавающей точкой

SENSe:**VOLT**age:**HEAD**er?	Возвращает всю информацию о масштабировании сигнала в формате OFFSET=x.xxxxE+x, RANGE=x.xxxxE+x, TIME=1E-3<LF>

Для целочисленных сигналов смещение и масштаб используются для масштабирования необработанных целочисленных данных следующим образом:

Масштабированный сигнал [i] = (Отсчет сигнала[i] + смещение)* масштаб

Примеры

SENS:DATA?	**Запрашивает у симулятора сигнал**
SENS:VOLT:HEAD?	Запрашивает у симулятора информацию о масштабировании сигнала

Команды настройки мультиметра

Эти команды симулируют работу мультиметра. Они возвращают одно значение в ASCII с плавающей точкой.

MEASure:DC?	**Возвращает случайное значение от 0 до +x в ASCII с плавающей точкой. Диапазон x зависит от команды CONFigure:DC**
CONFigure:**DC**	
DEFault	MEASure:DC? возвращает число от 0 до 10
MIN	MEASure:DC? возвращает число от 0 до 1
MAX	MEASure:DC? возвращает число от 0 до 100
CONFigure:**DC?**	Возвращает текущие настройки

Примеры

CONF:DC MAX	**Установка максимального диапазона**
CONF:DC?	Запрос текущего диапазона на постоянном токе. Например, если команда была послана после предыдущей, ответ будет **CONF:DC MAX**<LF>
MEAS:DC?	Запрос одного значения, например, 1.2308<LF>

Прочие команды

Эти команды выполняют различные действия, как показано в их описании.

***IDN?**	**Возвращает `National Instruments GPIB and Serial Device Simulator Rev B.x <LF>`**
*RST	Перезагружает симулятор в состояние по умолчанию
*TRG	Запускает симулятор и возвращает одно случайное показание (аналогично `MEAS:DC?`)
*TST?	Симулирует тестирование симулятора, возвращает `OK`
*OPC	Устанавливает бит завершения операции в регистре состояния стандартных событий (Standard Event Status Register, ESR)
*OPC?	Возвращает 1 независимо от значения бита OPC
FORMat:**SREG**ister	
ASCii	Определяет выходы регистров ESR, ESE, STB, и SRE как строки ASCII (по умолчанию)
HEX	Определяет выходы регистров ESR, ESE, STB, и SRE как шестнадцатеричные числа
*ESR?	Возвращает значение регистра состояния стандартных событий как определено командой `FORM:SREG`

На рисунке 2-1 показаны биты, определяемые симулятором в регистре ESR: бит 7 (питание включено), бит 5 (ошибка команды) и бит 0 (операция выполнена). Бит 7 устанавливается при включении симулятора; бит 5 устанавливается при получении симулятором неправильной команды; бит 0 устанавливается при получении симулятором команды `*OPC`. Вы можете использовать команду `*ESR?` для получения значения регистра ESR. Значение возвращается либо в формате ASCII, либо в шестнадцатеричном формате, это определяется командой `FORMat:SREGister.` После чтения регистр ESR очищается.

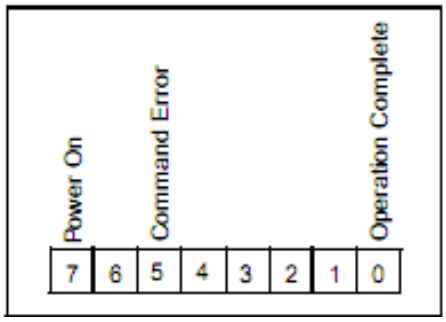

Рисунок 2-1. Три бита ESR, устанавливаемые симулятором

Power On – питание включено, Command Error - ошибка команды, Operation Complete - операция выполнена

`*ESE 0x##`	**Устанавливает значение регистра состояния стандартных событий, ## означает маску в шестнадцатеричном формате**
`*ESE?`	Возвращает значение регистра состояния стандартных событий, как определено командой `FORM:SREG`
`*STB?`	Возвращает значение регистра байта состояния (Status Byte register), как определено командой `FORM:SREG`

На рисунке 2-2 показаны биты, определяемые симулятором для регистра STB: бит 6 (запрос обслуживания), бит 5 (выполняется условие ESB) и бит 4 (сообщение доступно “MAV”=1). Когда любое из этих состояний задано в байте SRE и устанавливается в STB, генерируется запрос на обслуживание (SRQ). Бит SRQ очищается после обслуживания запроса. Вы можете использовать службу опроса последовательного порта (Serial Poll Service, только в режиме G) или запросить STB, используя команду `*STB?` для запроса статусной информации. Значение возвращается либо в формате ASCII, либо в шестнадцатеричном, в зависимости от команды `FORMat:SREGister.`

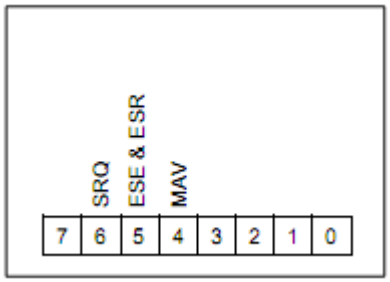

Рисунок 2-2. Байт STB и его описание

SRQ – запрос на обслуживание, ESE & ESR – регистр событий , MAV – сообщение доступно

`*SRE 0x##`	**Устанавливает значение регистра Service Request Enable (разрешено обслуживание запроса). ## означает маску в шестнадцатеричном формате**
`*SRE?`	Возвращает значение регистра Service Request Enable (разрешено обслуживание запроса), как определено командой FORM:SREG
`*WAI`	Не выполняет никаких функций; включено для поддержания совместимости симулятора со стандартом IEEE 488.2
`FORM``at:`**`SREG`**`ister?`	Возвращает текущий формат регистров
`SYS``tem:`**`HELP?`**	Возвращает список всех команд

Раздел 3. Примеры

В этом разделе приведены несколько примеров приложений для симулятора приборов. В примерах используется LabVIEW, LabWindows/CVI и IBIC (утилита интерактивного управления GPIB).

Примеры LabVIEW

Пример 1

В этом примере показаны лицевая панель и блок-диаграммы VI, который собирает и отображает прямоугольный сигнал от симулятора LabVIEW в режиме G или S.

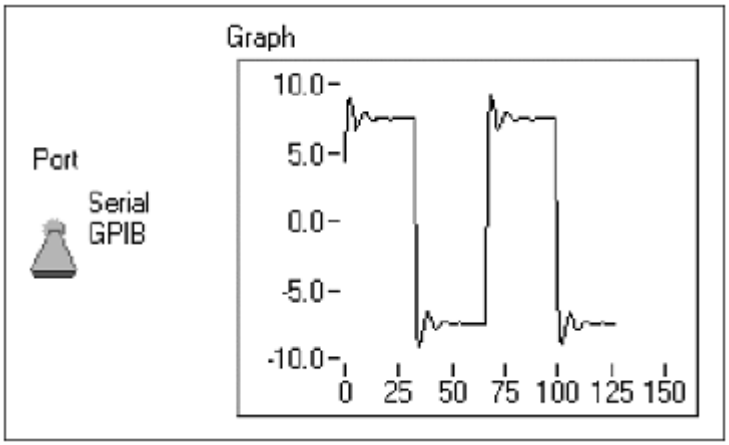

Рисунок 3-1. Пример 2 - лицевая панель

Port – порт, Serial/GPIB – последовательный/GPIB, Graph – график

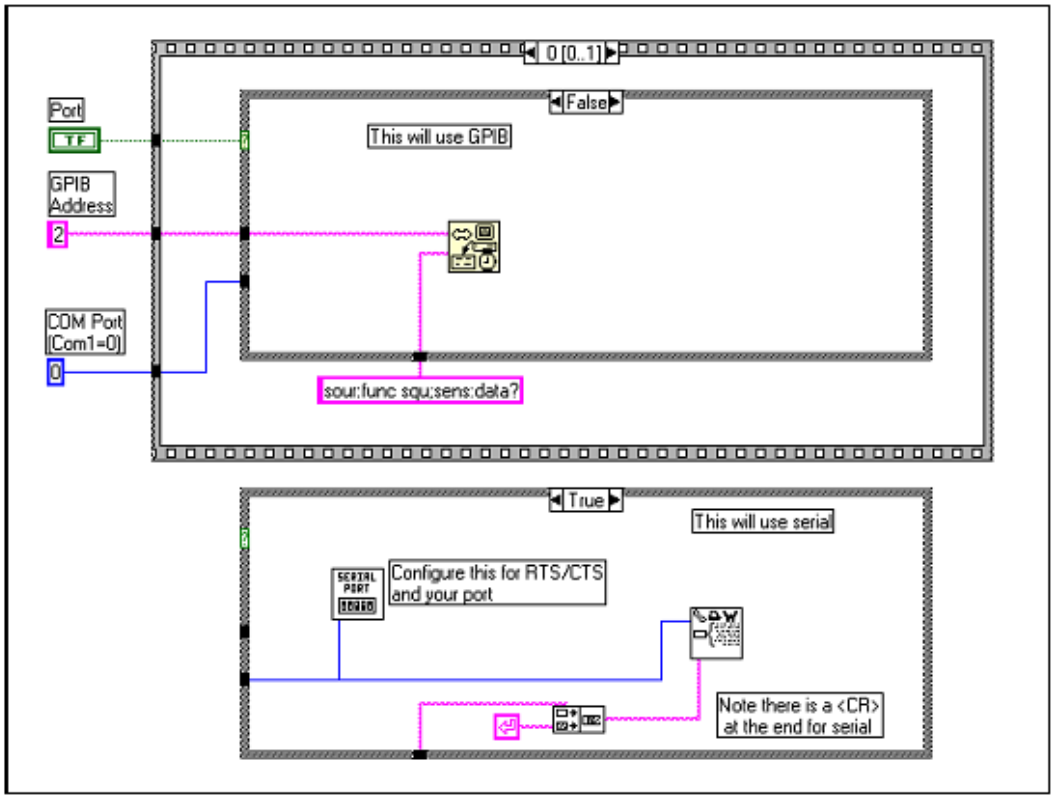

Рисунок 3-2. Пример 1 – 0-ой кадр последовательности

Port - порт, GPIB Address – адрес GPIB, COM Port – последовательный порт, This will use GPIB – в данном кадре используется GPIB, This will use serial - в данном кадре используется Последовательный порт, Configure this for RTS/CTS and your port – настройте запрос/подтверждение приема и ваш порт, Note there is a <CR> at the end for serial – обратите внимание на символ возврата каретки в конце для передачи через последовательный порт

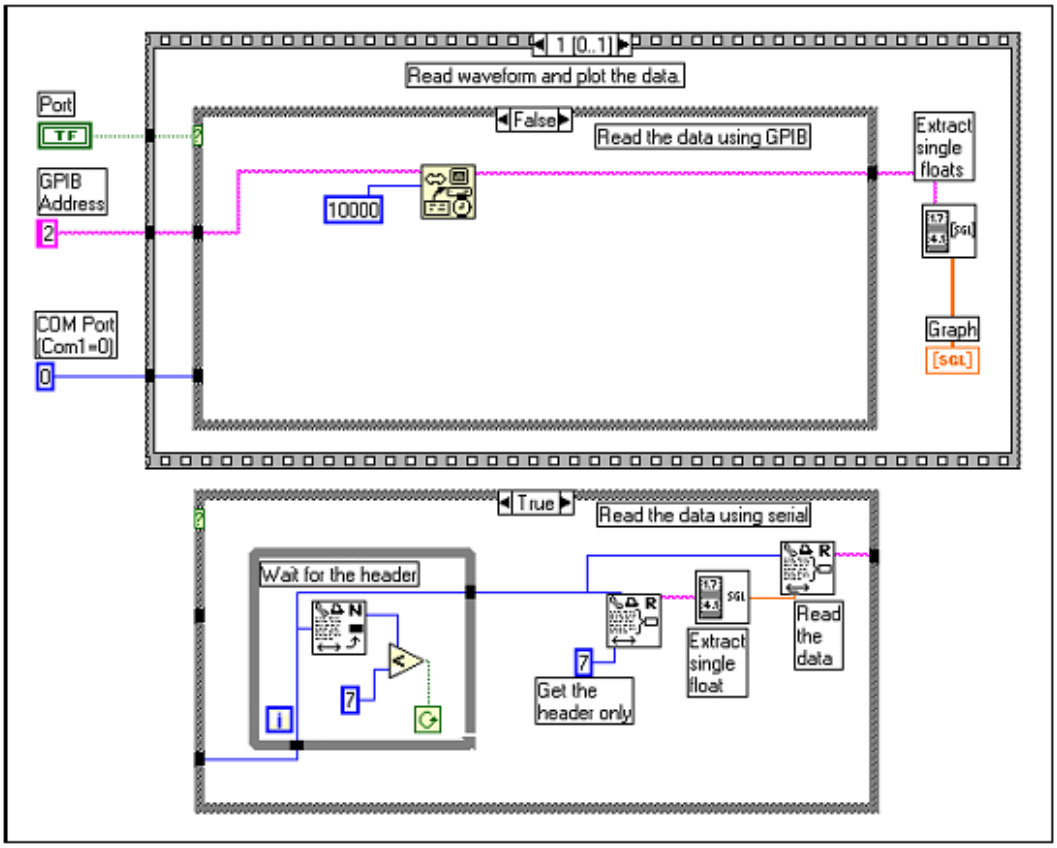

Рисунок 3-3. . Пример 1 – 1-ый кадр последовательности

Port - порт, GPIB Address – адрес GPIB, COM Port – последовательный порт, Read Waveform and plot the data – чтение сигнала и вывод данных на график, Read the data Using GPIB – чтение данных при помощи GPIB, и вывод данных на график, Extract Single Floats – извлечение числа с плавающей точкой, Graph - график, Read the data Using Serial – чтение данных через последовательный порт, Wait for the header – ожидание заголовка, Get the header only – чтение только заголовка, Extract Single Floats - извлечение числа с плавающей точкой, Read the data – чтение данных

Пример 2

В этом примере показаны лицевая панель и блок-диаграммы LabVIEW VI, который настраивает симулятор в режиме G для запроса на обслуживание (SRQ) после генерации линейно-частотно-модулированного сигнала. Сгенерированный сигнал далее извлекается и отображается.

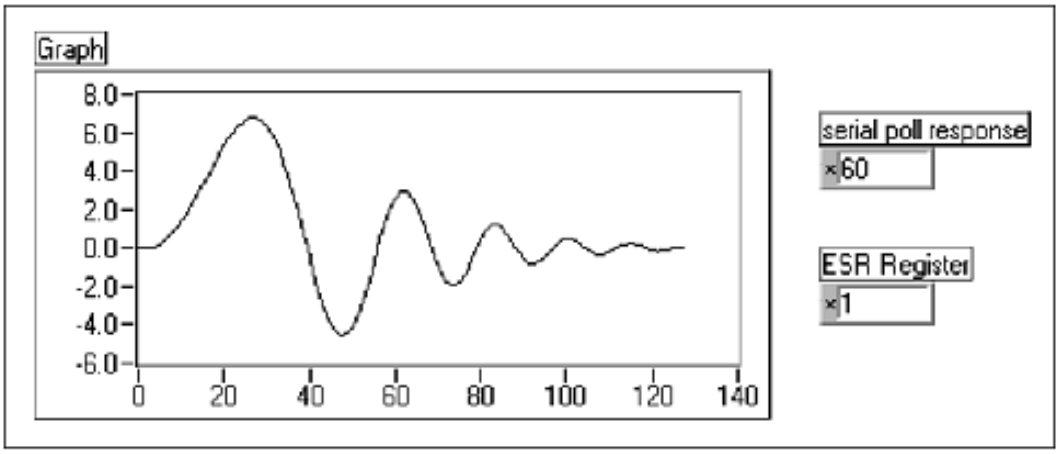

Рисунок 3-4. Пример 2 - лицевая панель

Graph - график, serial poll response – ответ последовательного порта, ESR Register - регистр состояния стандартных событий

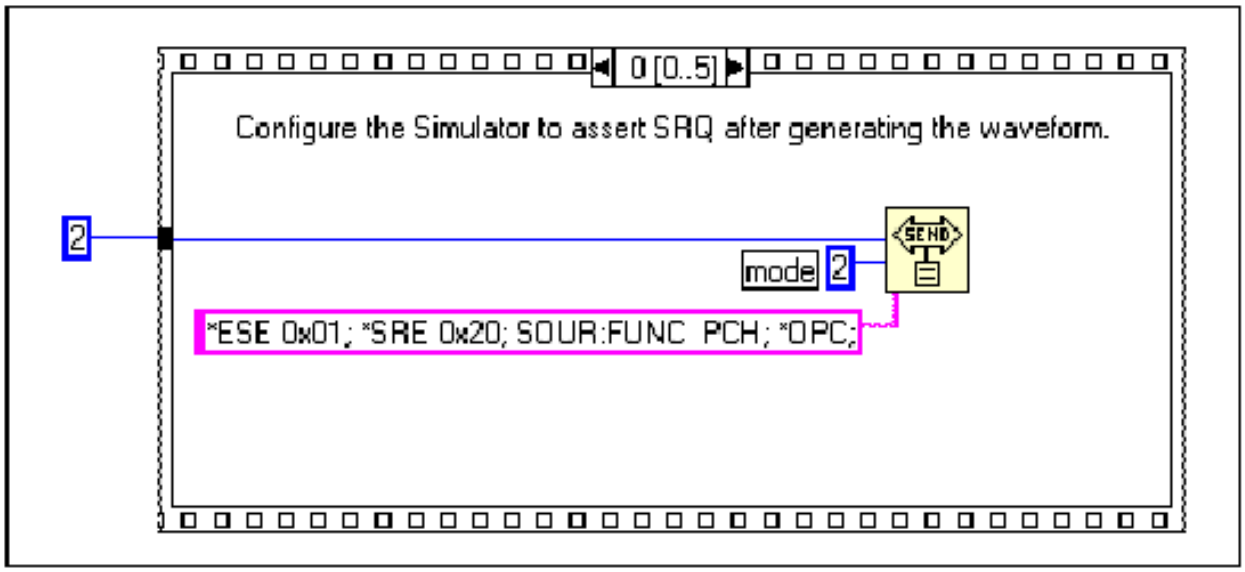

Рисунок 3-5. Пример 2 – 0-ой кадр последовательности

Configure the Simulator to assert SRQ after generating the waveform – настройка симулятора для запроса на обслуживание после генерации сигнала , mode – режим.

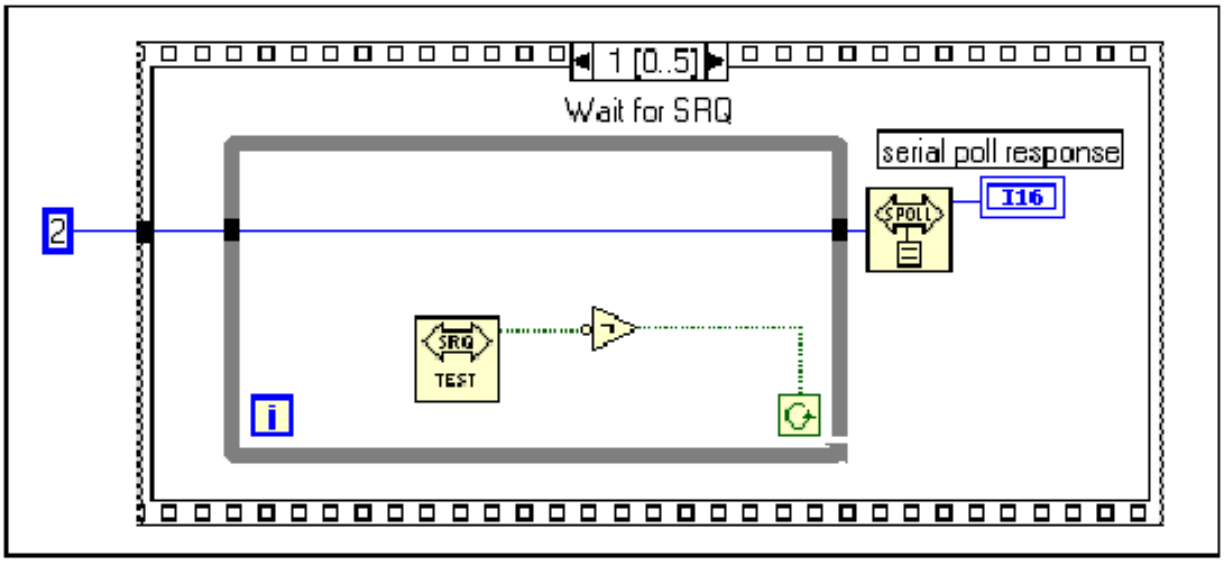

Рисунок 3-6. Пример 2 – 1-ый кадр последовательности

Wait for SRQ – ожидание запроса на обслуживание, serial poll response – ответ последовательного порта

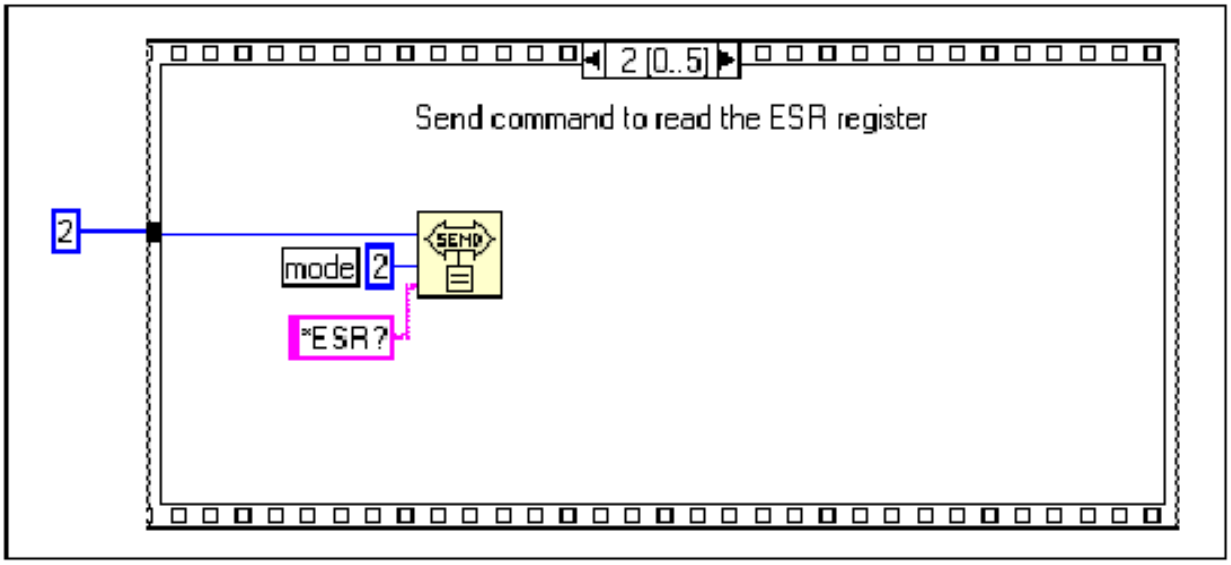

Рисунок 3-7. Пример 2 – 2-ой кадр последовательности

Send command to read the ESR Register – передача команды чтения регистра состояния стандартных событий, mode – режим

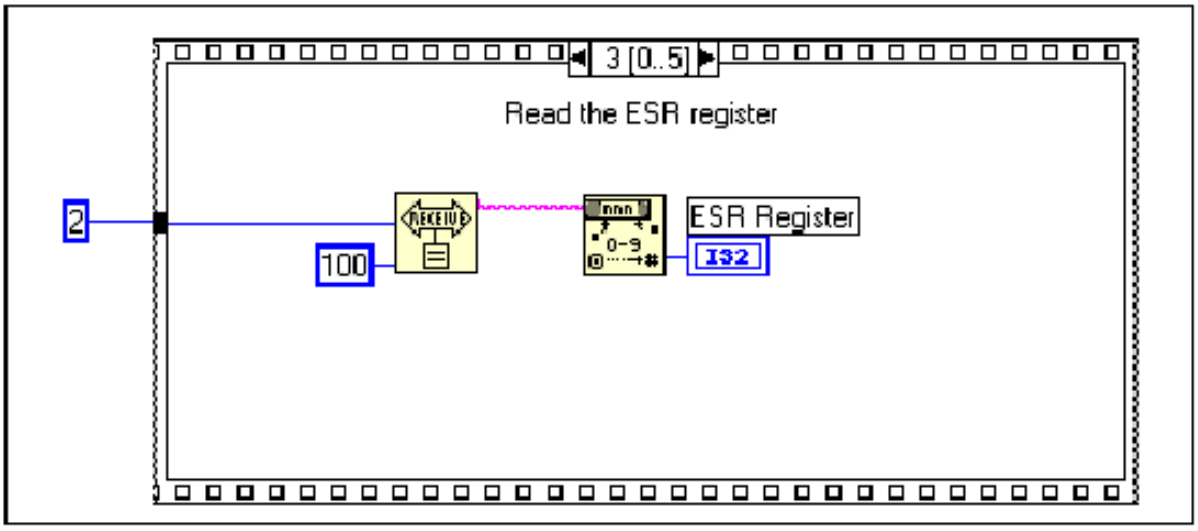

Рисунок 3-8. Пример 2 – 3-ий кадр последовательности

Read the ESR Register – чтение регистра состояния стандартных событий

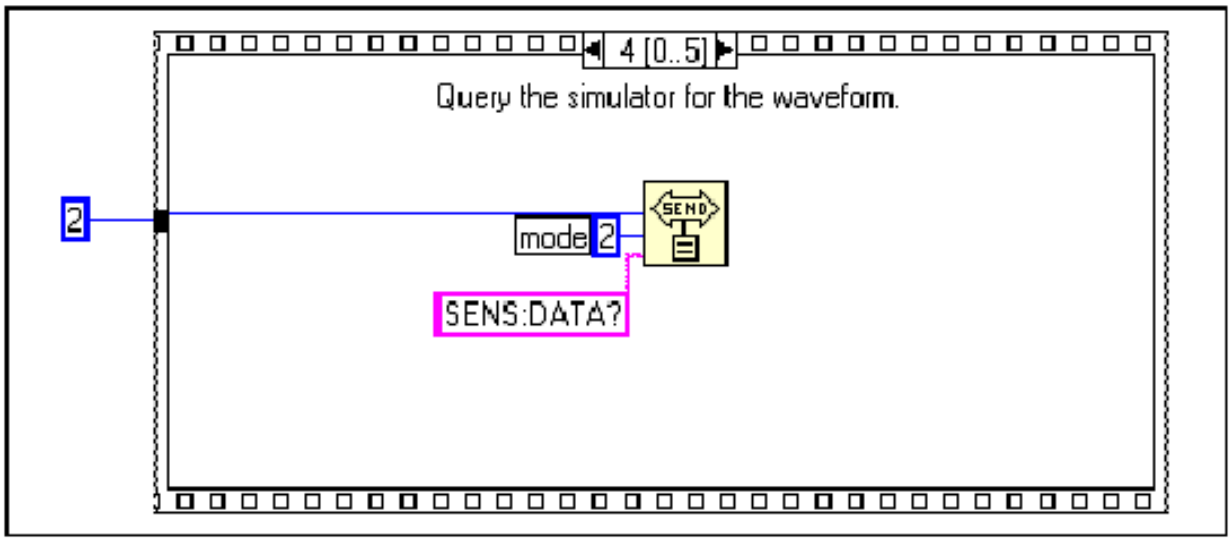

Рисунок 3-9. Пример 2 – 4-ый кадр последовательности

Query the simulator for waveform – запрос симулятору выдать сигнал, mode – режим

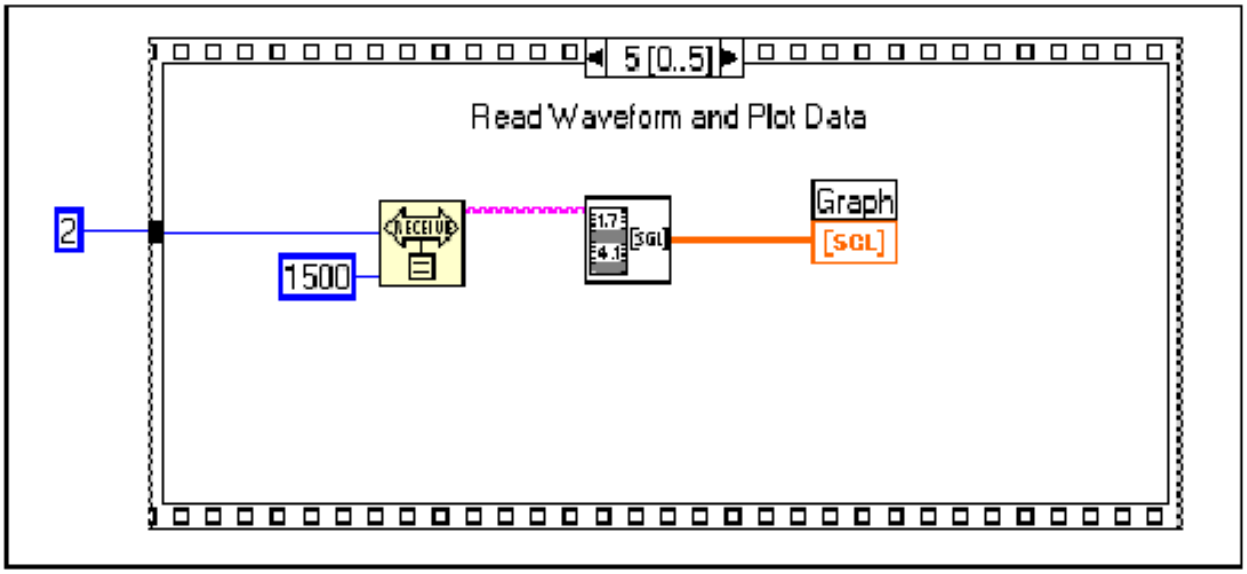

Рисунок 3-10. Пример 2 – 5-ый кадр последовательности

Read waveform and plot the data – чтение сигнала и вывод данных на график

Пример 3

В этом примере показаны лицевая панель и блок-диаграммы LabVIEW VI, который собирает и отображает зашумленную синусоиду от симулятора в режиме G.

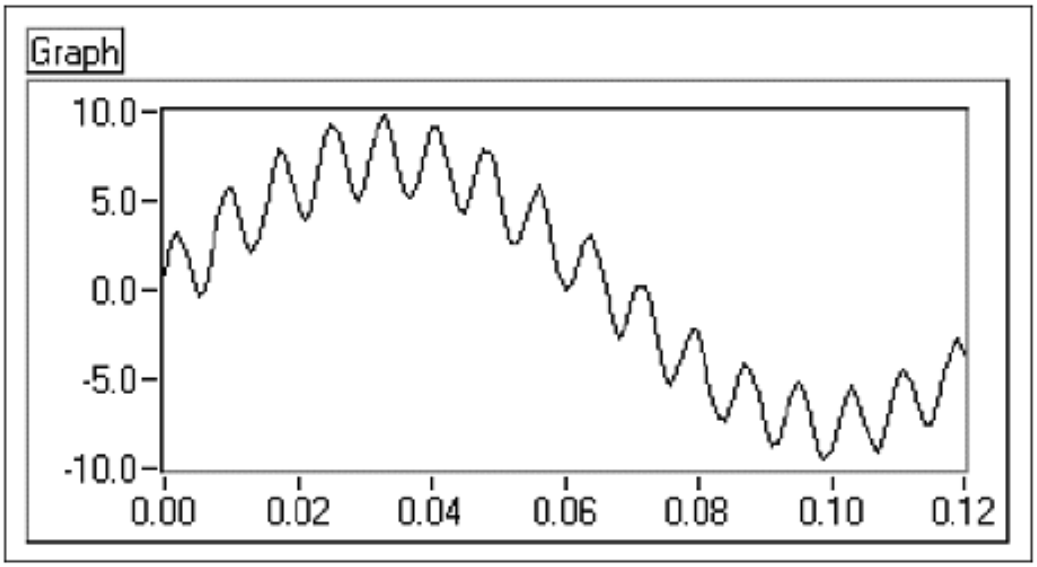

Рисунок 3-11. Пример 3 - лицевая панель

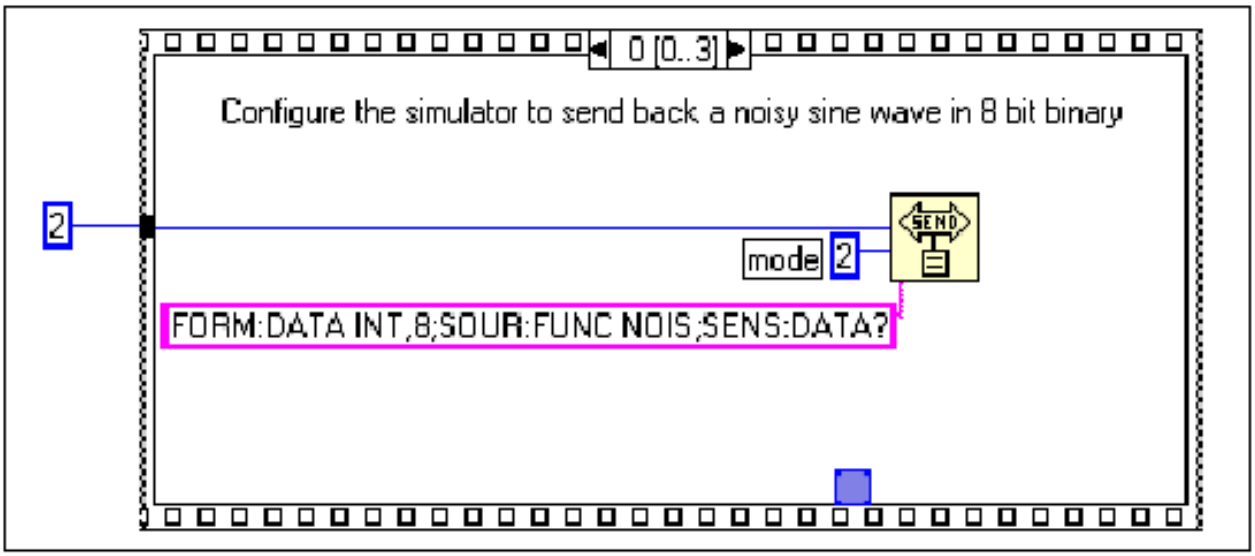

Рисунок 3-12. Пример 3 – 0-ой кадр последовательности

Configure the simulator to send back a noisy sine wave in 8 bit binary – настройка симулятора на передачу зашумленной синусоиды в формате 8-разрядных двоичных чисел, mode – режим

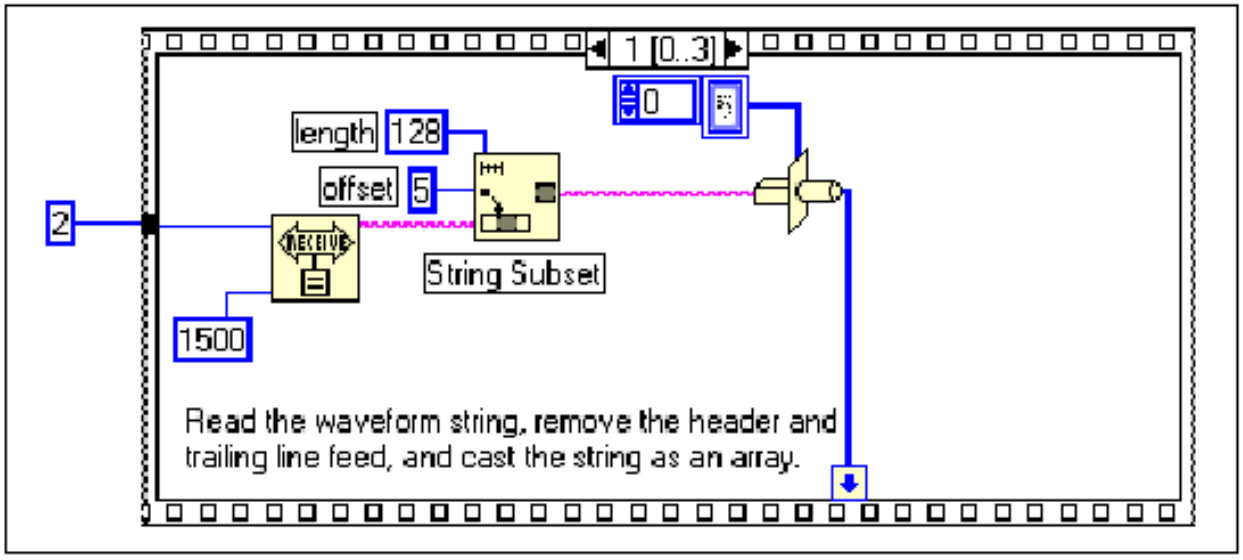

Рисунок 3-13. Пример 3 – 1-ый кадр последовательности

Read the waveform string, remove the header and trailing line feed, and cast the string as array – чтение строки сигнала, удаление заголовка, отслеживание символа перевода строки и приведение строки в формат массива, length – длина, offset – смещение, String Subset – подмножество строки

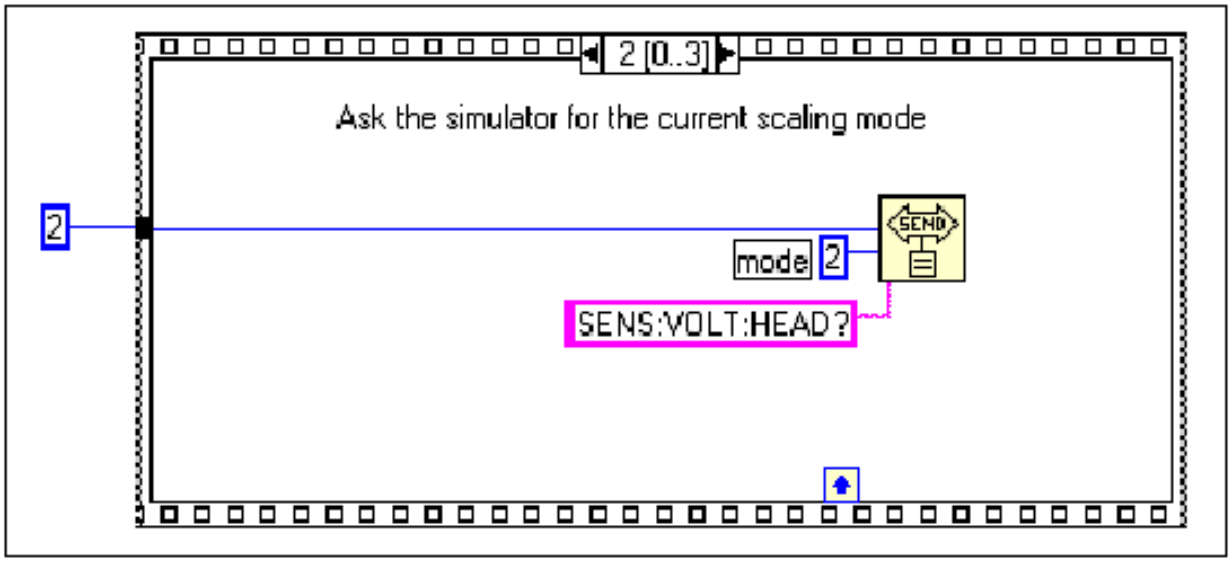

Рисунок 3-14 Пример 3 – 2-ой кадр последовательности

Ask the simulator for the current scaling mode – запрос у симулятора текущего режима масштабирования, mode – режим

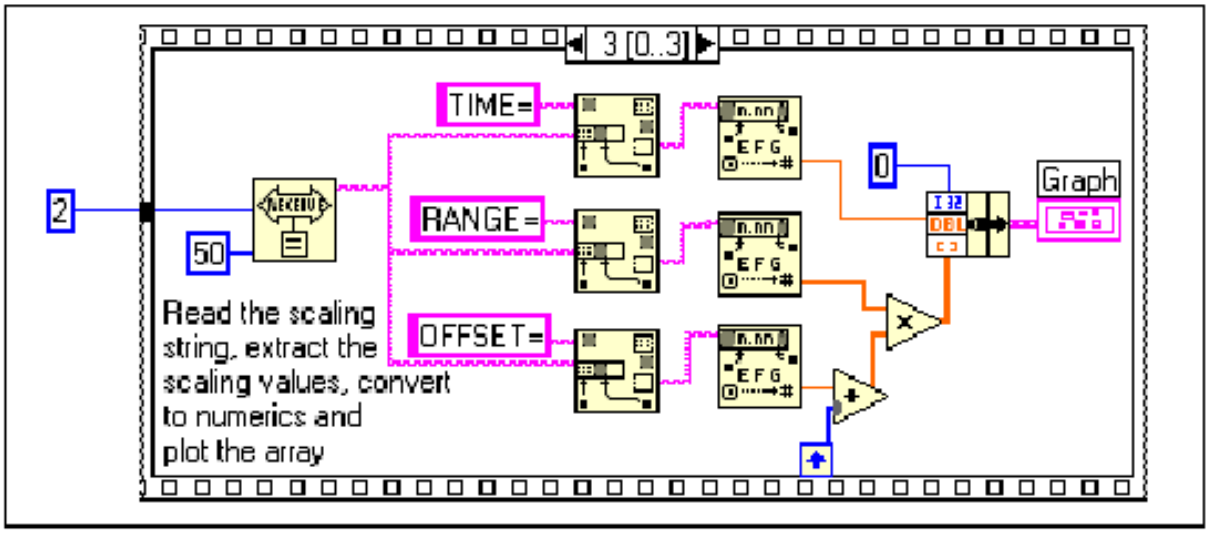

Рисунок 3-15. Пример 3 – 3-ой кадр последовательности

Read the scaling string, extract the scaling values, convert to numerics and plot the array - чтение масштабирующей строки, излечение масштабирующих значений, преобразование их в числовой формат и вывод данных на график, time - время, range - диапазон, offset – смещение

Примеры LabWindows/CVI

Пример 1

```
/* В этом примере показано, как использовать GPIB-устройство для
запроса прямоугольного сигнала, считывания данных и вывода их на
график. */
#include <formatio.h>
#include <userint.h>
#include <gpib.h>
char buffer[2000];
double waveform[2000];
int ud0, ud1;
int main (int argc, char *argv[])
{
     /*инициализация модуля gpib*/
     ud0 = ibfind ("gpib0");
     /*назначение модуля ведущим контроллером*/
     ibsic (ud0);
     /*открытие и инициализация устройства */
     ud1 = ibfind ("DEV2");
     /*запись в командную строку */
     ibwrt (ud1, "SOUR;FUNC SQU;SENS:DATA?", 24);
     /*чтение ответных данных из устройства */
     ibrd (ud1, buffer, 2000);
     /*отбрасывание заголовка и преобразование ASCII-данных в
     массив чисел с плавающей точкой*/
     Scan (buffer, "%s[i6]>5250f[x]", waveform);
     /*вывод данных на график*/
     YGraphPopup ("Waveform Plot", waveform, 130, VAL_DOUBLE);
     return 0;
}
```

Пример 2

```
/*В этом примере показано, как работать в режиме эмуляции
устройства с последовательным портом для запроса прямоугольного
сигнала и отображения его на графике */
#include <rs232.h>
#include <formatio.h>
```

```
#include <userint.h>
#include <gpib.h>
int main (int argc, char *argv[])
{
     char buffer[2000];
     char header[8];
     double waveform[2000];
     int ComPort = 1;
     int ByteCount;
     /*открытие COM-порта и его настройка*/
     OpenComConfig (ComPort, "com1", 9600, 0, 8, 1, 512, 512);
     /*запись команды в порт, обратите внимание на перевод строки
     в конце */
     ComWrt (ComPort, "SOUR:FUNC SQU;SENS:DATA?\n", 25);
     /*чтение заголовка для определения количества последующих
     байт*/
     ComRd (ComPort, header, 7);
     /*преобразование ASCII-заголовка в количество байт*/
     Scan (header, "%s>%i", &ByteCount);
     /*чтение данных из устройства*/
     ComRd (ComPort, buffer, ByteCount);
     /*закрытие COM-порта, чтобы другие приложения могли его
     использовать*/
     CloseCom (ComPort);
     /*отбрасывание заголовка и преобразование ASCII-данных в
     массив чисел с плавающей точкой*/
     Scan (buffer, "%s[i6]>%250f[x]", waveform);
     /*вывод данных на график*/
     YGraphPopup ("Waveform Plot", waveform, 128, VAL_DOUBLE);
     return 0;
}
```

Пример 3

```
/*В этом примере показано, как настроить симулятор на
подтверждение запроса на обслуживании после того, как он
сгенерировал линейно-частотно-модулированный сигнал и готов
подать данные на выход*/
#include <gbib.h>
#include <formatio.h>
```

```
#include <userint.h>
int main (int argc, char *argv[])
{
     char buffer[2000]
     double waveform[2000];
     int ud0, ud1;
     static char SPR;
     /*инициализация модуля gpib*/
     ud0 = ibfind ("gpib0");
     /* назначение модуля ведущим контроллером*/
     ibsic (ud0);
     /*открытие и инициализация устройства*/
     ud1 = ibfind ("DEV2");
     /*изменение параметров настройки программного обеспечения*/
     ibconfig (ud0, IbcAUTOPOLL, 0);
     /*запись данных в устройство*/
     ibwrt (ud1, "*SRE 0x10;SOUR:FUNC PCH;SENS:DATA?", 34);
     /*ожидание подтверждения SRQ (запроса на обслуживание), что
     указывает на доступность сообщения */
     ibwait (ud0, SRQI);
     /*выполнение последовательного опроса*/
     ibrsp (ud1, &SPR);
     /*чтение данных ответа из устройства*/
     ibrd (ud1, buffer, 2000);
     /*отбрасывание заголовка и преобразование в числа с
     плавающей точкой*/
     Scan (buffer, "%s[i6]>%128f[x]", waveform);
     /*вывод полученного сигнала на график*/
     YGraphPopup ("Waveform Plot", waveform, 128, VAL_DOUBLE);
     return 0;
}
```

Пример IBIC

В этом примере используется программа National Instruments для интерактивного управления, основанная на текстовых сообщениях (IBIC для GPIB), предназначенная для связи с симулятором в режиме G. Демонстрируются несколько различных команд. Жирным шрифтом выделен текст, автоматически выводимый на экран.

При запуске IBIC на экране появляется следующий текст:

```
National Instruments
wIN32 Interactive Control Program
Copyright (C) 1996 National Instruments,Corp.
All rights reserved.
Type 'help' for help or 'q' to quit.
(National Instruments
wIN32 Программа интерактивного управления,
Copyright (C) 1996 National Instruments,Corp.
Все права защищены.
Наберите 'help' для получения справки или 'q' для
выхода из программы).
```

Используйте команду `ibdev` для открытия дескриптора устройства, подключенного к GPIB0, ссылающегося на устройство с первичным адресом (PAD) 2 и не имеющего вторичного адреса (SAD). Дескриптор устройства использует 10-секундный тайм-аут ввода-вывода, выдает сигнал EOI (конец идентификации) на последнем байте записи и не использует режимов EOS.

```
: ibdev 0 2 0 13 1 0
```

Используйте команду `ibwrt` для запроса идентификации симулятора:

```
ud0: ibwrt "*idn?"
[0100]   ( cmpl )
count:  5
```

Используйте команду `ibrd` для чтения идентификатора симулятора. На экране появится следующее:

```
ud0: ibrd 1000
[2100]   ( end cmpl )
count:  62
4e  61  74  69  6f  6e  61  6c        N a t i o n a l
20  49  6e  73  74  72  75  6d          I n s t r u m
65  6e  74  73  20  47  50  49        e n t s   G P I
42  20  61  6e  64  20  53  65        B   a n d   S e
72  69  61  6c  20  44  65  76        r i a l   D e v
69  63  65  20  53  69  6d  75        i c e   S i m u
6c  61  74  6f  72  20  52  65        l a t o r   R e
76  20  42  2e  31  0a                v   B . 1 .
```

Используйте команду `ibwrt` для запроса теста симулятора:

```
ud0: ibwrt "*tst?"
[0100]   ( cmpl )
count:  5
```

Чтение ответа симулятора о результатах теста:

```
ud0: ibrd 1000
[2100]   ( end cmpl )
count:  3
6f  6b  0a                              o k.
```

Запрос текущего диапазона DC с последующим считыванием диапазона:

```
ud0: ibwrt "conf:dc?"
[0100]   ( cmpl )
count:  8
ud0: ibrd 1000
[2100]   ( end cmpl )
count:  13
43  4f  4e  46  3a  20  44  43          C O N F :   D
C
20  44  45  46  0a                        D E F .
```

Установка максимального диапазона ответа, повторные запрос и чтение текущего диапазона DC:

```
ud0: ibwrt "conf:dc max"
[0100]   ( cmpl )
count:  11
ud0: ibwrt "conf:dc?"
[0100]   ( cmpl )
count:  8
ud0: ibrd 1000
[2100]   ( end cmpl )
count:  13
43  4f  4e  46  3a  20  44  43          C O N F :   D
C
20  4d  41  58  0a                        M A X .
```

Запрос измерения DC:

```
ud0: ibwrt "meas:dc?"
[0100]   ( cmpl )
count:  8
```

Запрос результата измерения DC:

```
ud0: ibrd 1000
[2100]   ( end cmpl )
count:  9
```

```
30  2e  37  39  32  35  45  32          0 . 7 9 2 5 E
2
0a                .
```

Установка GPIB-адреса симулятора на PAD 7, SAD 99.

```
ud0: ibwrt "saddr 7,99"
[0100]   ( cmpl )
count:  10
```

Изменение дескриптора IBIC для ссылки на устройство с первичным адресом (PAD) 7 и вторичным адресом (SAD) 99.

```
ud0: ibpad 7
[0100]   ( cmpl )
previous value: 2
ud0: ibsad 99
[0100]   ( cmpl )
previous value: 0
```

Запуск и чтение результата измерения DC^

```
ud0: ibwrt "*trg?"
[0100]   ( cmpl )
count:  5
ud0: ibrd 1000
[2100]   ( end cmpl )
count:  9
36  2e  30  35  30  39  45  31          6 . 0 5 0 9 E
1
0a                .
```

Перезагрузка симулятора к настройкам по умолчанию

```
ud0: ibwrt "*rst"
[0100]   ( cmpl )
count:  4
```

Перезагрузка дескриптора IBIC к настройкам по умолчанию

```
ud0: ibonl 1
[0100]   ( cmpl )
```

Запрос информации о масштабировании сигнала и чтение результатов

```
ud0: ibwrt "sens:volt:head?"
[0100]   ( cmpl )
count:  15
ud0: ibrd 1000
[2100]   ( end cmpl )
count:  33
4f  46  46  53  45  54  3d  30          O F F S E T =
0
```

```
2e  30  2c  52  41  4e  47  45          . 0 , R A N G
E
3d  31  2e  30  2c  54  49  4d          = 1 . 0 , T I
M
45  3d  31  2e  30  45  2d  33          E = 1 . 0 E -
3
0a                                      .
```

Отключение дескриптора IBIC

```
ud0: ibonl 0
[0100]   ( cmpl )
```