Руководство по эксплуатации

Keysight DAQ970A Система сбора данных/ коммутации





Уведомления	6
Уведомление об авторском праве	6
Номер документа руководства	6
Редакция	6
Опубликовано:	6
Версия программного обеспечения	6
Гарантия	7
Лицензии на использование технологий	7
Пояснения относительно ограничения прав	7
Директива ЕС об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE)	7
Заявление о соответствии	8
Сведения о безопасности и нормативных требованиях	9
Меры обеспечения безопасности	9
Предупреждающие символы и метки соответствия стандартам	12
Заявление об электромагнитной совместимости оборудования класса А Южной Кореи	14
Требования безопасности и электромагнитной совместимости	15
Условия окружающей среды	15
1 Знакомство с прибором	16
Краткий обзор прибора	17
Краткий обзор присора	/۱۱/ 19
Инликаторы на приборе	20
Краткий обзор залней панели	20
Краткий обзор водной нанежи Краткий обзор подключаемых модулей	22
Схема размеров	23
Настройка интерфейса дистанционного управления	
Keysight IO Libraries Suite	
Частройки LAN	
Службы локальной сети	
Установка параметров по умолчанию	32
Сброс LAN	33
Веб-интерфейс	33
Подробнее об IP-адресах и точечной записи	33
Настройки USB	33
Технические данные подключения	35
Процедура настройки локальной сети	
Обновление микропрограммного обеспечения	
Контактная информация компании Keysight Technologies	
2 Краткое руководство	41
Подготовка прибора к использованию	42
Монтаж проводки и установка модуля	43
Подсоединение кабелей питания и ввода-вывода	
Включение питания прибора	47
Самодиагностика при включении питания	47
Выключение питания прибора	47
Использование встроенной справочной системы	
Просмотр списка разделов справки	
Просмотр справочной информации по кнопкам лицевой панели	
Просмотр информации о приборе	50
Регулировка ручки для переноски	
Монтаж прибора в стойке	
Программное обеспечение Keysight BenchVue Data Acquisition (DAQ)	

Лицензирование программного обеспечения BenchVue Data Acquisition (DAQ)	54
3 Функции прибора	57
Обзор системы	
Обзор системы сбора данных/коммутации	
Разводка и коммутация сигналов	63
Измерительный вход	65
Сбор данных	
Сбор данных с помощью внешних приборов	68
Многофункциональный модуль	69
Управляющий выход	71
Справка по меню лицевой панели	74
Кнопка [Scan]	76
Меню [Monitor]	
Числовое отображение	
Столбчатая диаграмма	
Временной график измерений	
Гистограмма	
Меню [Home]	
Смещение деформации	
Вывод предупреждений	
Справка	85
Настройки пользователя	
Меню [view]	
Просмотр полученных показаний в памяти (список, временной график измерений, ги	ІСТО-
грамма, статистика)	
Просмотр очереди предупреждений	94
Просмотр очереди ошибок	94
Просмотр количества циклов переключения реле	
Обзор меню [Channel]	
Измерения с помощью молулей мультиплексора	97
Температура	98
Пеформация	105
	120
	123
Постояцицый ток	125
	125
Частота и периол	130
Пиол	130
диод Емиость	133
	134
	134
Каналы цифрового ввода вывода (каналы от и од)Каналы и каналы каналы от и од)	134
	138
	1/2
	1/2
Полином пятого порядка	142
Статистика	1/./
	144 1 / 7
Обозначение каналов	147 1/Q
Maun [Interval]	140
	147 1/0
Βιίδου ποτασμοστικ ακτματά αριγοκά εκινοσμόσο ακτίμασα	147 150
высор полярности сигнала запуска выходного сигнала	

Определение количества разверток для сбора данных Меню [Math]	151 152
Масштабилование по формуле mX+b	152
Масштабирование по формуле підно	153
Масштабирование Л	153
Масштабирование дБм	15/
Масштаойрование до	155
	155
	156
	157
	150
	. 137
Пастроика пределов выдачи предупреждении граничного тестирования для модуля мульти-	150
плексора	159
настроика пределов выдачи предупреждении граничного тестирования с помощью много-	1/0
функционального модуля	. 160
Обозначения пределов выдачи предупреждений граничного тестирования	162
	164
Самодиагностика	. 164
Автокалибровка	. 164
Калибровка	165
Безопасность	166
Администрирование	167
Meню [Module]	168
Обзор списка сбора данных модуля	. 168
Выполнение сброса параметров модуля	168
Установка меток модуля	169
Меню [Save Recall]	170
Управление файлами	170
Сохранение	172
Восстановление	174
Установка параметров по умолчанию	. 175
Восстановление заводских настроек	. 175
Запись на USB-накопитель	175
Веб-интерфейс	179
Страница «Home»	179
Страница «Control Instrument»	180
Страница «Configure LAN»	180
Обзор модулей	182
20-канальный модуль мультиплексора на основе полевых транзисторов, DAQM900A	. 183
20-канальный модуль мультиплексора на якорных реле, DAQM901A	184
16-канальный модуль мультиплексора с герконовым реле, DAQM902A	186
20-канальный универсальный модуль коммутации/исполнительного механизма, DAQM903A	188
Двухпроводной модуль матричного коммутатора 4x8, DAQM904A	190
Модуль с двумя ВЧ-мультиплексорами 1:4 (50 Ом), DAQM905A	192
Многофункциональный модуль DAQM907A	. 194
40-канальный модуль несимметричного мультиплексора DAQM908A	196
Троведение измерений	197
Общие рекомендации по подключению приборов	. 198
Технические характеристики кабеля	198
Способы заземления	200
Методы экранирования	201

Разделение сигналов высокого и низкого уровня	
Источники ошибок, связанных с системными кабелями	201
Основные принципы измерения	
Встроенный цифровой мультиметр	
Измерение температуры	
Измерение напряжения постоянного тока	
Измерение напряжения переменного тока	220
Измерение силы тока	
Измерение сопротивления	
Измерение с помощью тензодатчиков	
Измерение частоты и периода	233
Измерение емкости	
Мультиплексирование и коммутация слабых сигналов	
Однопроводные (несимметричные) мультиплексоры	
Двухпроводные мультиплексоры	
Четырехпроводные мультиплексоры	
Разводка и мультиплексирование сигналов	
Источники погрешности при мультиплексировании и коммутации	
Исполнительные механизмы и коммутация для базовых задач	
Матричная коммутация	242
Мультиплексирование ВЧ-сигналов	
Многофункциональный модуль	
Цифровой ввод	
Цифровой вывод	
Использование внешней нагрузки	
Управление внешними переключателями	
Счетчик	
Ошибки счетчика	
Аналоговый вывод (ЦАП)	
Срок службы и профилактическое обслуживание реле	

Уведомления

Уведомления

Уведомление об авторском праве

© Keysight Technologies, 2018

Никакая часть данного руководства не может быть воспроизведена в любой форме или любыми средствами (включая хранение в электронном виде, извлечение или перевод на иностранный язык) без предварительной договоренности и письменного соглашения с компанией Keysight Technologies, как определено законом об авторском праве США и международным законодательством.

Номер документа руководства

DAQ97-90010

Редакция

Редакция 1, 1 ноября 2018 г.

Опубликовано:

Keysight Technologies Bayan Lepas Free Industrial Zone 11900 Bayan Lepas, Penang Malaysia

Версия программного обеспечения

Новейшее программное обеспечение можно загрузить на сайте www.keysight.com/find/DAQ970Afirmware.

Новейшая документация по продукту доступна на сайте www.keysight.com/find/DAQ970Amanuals.

Часть программного обеспечения данного продукта лицензирована на основании версии 2 Стандартной общественной лицензии (GPLv2). Текст лицензии и исходный код можно найти на сайте www.keysight.com/find/GPLV2.

В этом устройстве используется Microsoft Windows CE. Компания Keysight настоятельно рекомендует использовать на всех компьютерах с операционной системой Windows, подключенных к инструментам Windows CE, антивирусное программное обеспечение. Для получения дополнительной информации посетите сайт www.keysight.com/find/DAQ970A.

Гарантия

МАТЕРИАЛЫ ДАННОГО ДОКУМЕНТА ПРЕДОСТАВЛЕНЫ НА УСЛОВИИ «КАК ЕСТЬ» И В ПОСЛЕДУЮЩИХ РЕДАКЦИЯХ МОГУТ БЫТЬ ИЗМЕНЕНЫ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УВЕДОМЛЕНИЯ. БОЛЕЕ ТОГО, В МАКСИМАЛЬНО РАЗРЕШЕННОЙ СООТВЕТСТВУЮЩИМ ЗАКОНОМ СТЕПЕНИ КОМПАНИЯ КЕYSIGHT ОТКАЗЫВАЕТСЯ ОТ КАКИХ-ЛИБО ЯВНЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ В ОТНОШЕНИИ ДАННОГО РУКОВОДСТВА И СОДЕРЖАЩИХСЯ В НЕМ СВЕДЕНИЙ, ВКЛЮЧАЯ, НО НЕ ОГРАНИЧИВАЯСЬ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫМИ ГАРАНТИЯМИ КОММЕРЧЕСКОЙ ВЫГОДЫ И ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. КОМПАНИЯ КЕYSIGHT НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ОШИБКИ В ДАННОМ ДОКУМЕНТЕ, А ТАКЖЕ ЗА СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ КОСВЕННЫЕ УБЫТКИ, ПОНЕСЕННЫЕ В СВЯЗИ С ДОСТАВКОЙ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИБО ВЫПОЛНЕНИЕМ ИНСТРУКЦИЙ ДАННОГО ДОКУМЕНТА ИЛИ СОДЕРЖАЩИХСЯ В НЕМ СВЕДЕНИЙ. ЕСЛИ МЕЖДУ КОМПАНИЕЙ КЕYSIGHT И ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ ЗАКЛЮЧЕНО ОТДЕЛЬНОЕ ПИСЬМЕННОЕ СОГЛАШЕНИЕ, ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ КОТОРОГО РАСПРОСТРАНЯЮТСЯ НА МАТЕРИАЛЫ ДАННОГО ДОКУМЕНТА И ПРОТИВОРЕЧАТ НАСТОЯЩИМ УСЛОВИЯМ, ПРИОРИТЕТ ИМЕЮТ ПОЛОЖЕНИЯ ОТДЕЛЬНОГО СОГЛАШЕНИЯ.

Лицензии на использование технологий

Оборудование и/или программное обеспечение, описанное в данном документе, поставляется по лицензии и может использоваться или копироваться только в соответствии с условиями данной лицензии.

Пояснения относительно ограничения прав

Если программное обеспечение предназначено для использования в работе по основному или субподрядному договору с правительством США, оно поставляется и лицензируется как «коммерческое компьютерное программное обеспечение», как определено в DFAR 252.227-7014 (июнь 1995 г.), или как «коммерческий продукт» согласно FAR 2.101(а), или как «компьютерное программное обеспечение с ограниченными правами на использование» согласно FAR 52.227-19 (июнь 1987 г.) либо любой другой статье договора или нормативному документу аналогичного учреждения. Использование, копирование или распространение программного обеспечения оговаривается в условиях стандартной коммерческой лицензии компании Keysight Technologies. Министерства и агентства правительства США, кроме Министерства обороны, получат только ограниченные права согласно FAR 52.227-19(с)(1-2) (июнь 1987 г.). Пользователи из состава правительства США получат только ограниченные права согласно FAR 52.227-14 (июнь 1987 г.) или DFAR 252.227-7015 (b)(2) (ноябрь1995 г.), что касается технических данных.

Директива ЕС об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE)

Данное устройство соответствует рыночным требованиям европейской директивы WEEE. На прикрепленной маркировке устройства (см. ниже) указано, что данное электрическое/электронное устройство нельзя утилизировать с бытовыми отходами.

Уведомления

Категория продукта. Учитывая данные по типам оборудования в приложении 1 Директивы WEEE, данный продукт классифицируется как «Оборудование управления и контроля». Не утилизируйте продукт с бытовыми отходами.

Подробнее о возврате продуктов можно узнать в местном представительстве компании Keysight или на сайте http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml.



Заявление о соответствии

Заявления о соответствии требованиям для данного продукта и других продуктов компании Keysight можно загрузить в Интернете. Перейдите на страницу

https://regulations.about.keysight.com/DoC/default.htm и выполните поиск последнего заявления о соответствии по номеру продукта.

Сведения о безопасности и нормативных требованиях

Меры обеспечения безопасности

Следующие общие меры предосторожности следует соблюдать на всех этапах эксплуатации, обслуживания и ремонта данного прибора. Игнорирование мер предосторожности или приведенных в данном руководстве специальных предупреждений ведет к нарушению требований стандартов проектирования, производства и целевого применения прибора и может привести к поражению электрическим током или травме. Keysight Technologies не несет ответственности за несоблюдение пользователем данных требований.

ОСТОРОЖНО ПЕРЕД ВКЛЮЧЕНИЕМ ПИТАНИЯ

Убедитесь, что предприняты все меры предосторожности. Перед включением питания выполните все подключения к прибору.

ЗАЗЕМЛЕНИЕ ПРИБОРА

Этот прибор оборудован защитными выводами заземления. Для снижения риска поражения электрическим током прибор следует подключать к сети переменного тока, используя кабель питания с заземлением, подключив заземляющие провода к клемме заземления (защитное заземление) розетки сети питания. Отключение от защитного разъема заземления приведет к потенциальной возможности поражения электрическим током, что может привести к серьезным травмам.

ПЕРЕД ВКЛЮЧЕНИЕМ И ВЫКЛЮЧЕНИЕМ ПИТАНИЯ

Перед включением прибора убедитесь, что все источники сигнала, подключенные к модулям, выключены. Включайте источники сигналов после включения питания прибора. Выключайте источники сигналов перед выключением питания прибора.

НЕ СНИМАЙТЕ КРЫШКУ ПРИБОРА

Крышки прибора разрешается снимать только квалифицированным, обученным специалистам по обслуживанию, предупрежденным о возможной опасности. Перед снятием крышки всегда следует отключать кабель питания и все внешние цепи.

КРЫШКИ МОДУЛЕЙ

Всегда заменяйте крышки модулей после подключения проводов к модулям и перед установкой в базовый блок.

НЕ ВКЛЮЧАЙТЕ ПРИБОР ВО ВЗРЫВООПАСНОЙ АТМОСФЕРЕ

Не используйте прибор при наличии горючих газов или паров.

НЕ МОДИФИЦИРУЙТЕ ПРИБОР

Не устанавливайте в прибор заменители частей и не вносите в него какие-либо неразрешенные изменения. Доставьте прибор в торговое и сервисное представительство Keysight для обслуживания и ремонта, чтобы обеспечить сохранение функций безопасности.

НЕ ПРОИЗВОДИТЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ НАПРЯЖЕНИИ ВЫШЕ НОМИНАЛЬНОГО

Для каждого модуля указано следующее максимальное напряжение:

а) DAQM900A: 120 В (ср.квадр.)

6) DAQM901A, DAQM902A, DAQM903A, DAQM904A, DAQM908A: 300 В (ср.квадр.) в) DAQM905A, DAQM907A: 42 В (макс.)

НЕ ПОДКЛЮЧАЙТЕ КАНАЛЫ МОДУЛЕЙ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Категория измерений прибора определена как «Другие», и клеммы не должны подключаться непосредственно к электрической сети.

КАБЕЛЬ ПИТАНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Отсоединение кабеля питания переменного тока — это операция отсоединения кабеля для прекращения подачи питания на прибор. Убедитесь в том, что доступ к кабелю питания достаточен для отключения прибора от сети переменного тока. Используйте только кабель питания Keysight, предназначенный для страны использования прибора, или кабель с эквивалентными номинальными характеристиками.

САМОДИАГНОСТИКА

Перед измерением опасного напряжения или силы тока запустите запрос *TST? через интерфейс дистанционного управления и считайте результат, чтобы проверить, что прибор работает правильно. Запрос *TST? является самодиагностикой и возвращает значение «+0», если проверка прибора прошла успешно, и «+1», если проверка не пройдена. Этот запрос можно также выполнить на лицевой панели с помощью кнопки [Utility] > Self Test > Quick Test. Если эта самопроверка не будет пройдена успешно, перед продолжением убедитесь в том, что прибор отремонтирован и успешно прошел полную самодиагностику.

В СЛУЧАЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Поврежденные приборы или приборы с дефектами следует отключить и принять меры, исключающие случайное использование, пока не будет выполнен ремонт квалифицированным обслуживающим персоналом.

внимание

По своей конструкции данный измерительный прибор является чувствительным инструментом, и при постоянном воздействии электромагнитного излучения его рабочие характеристики могут ухудшиться. Замечания по измерениям — используйте экранированные или витые провода, регулятор синфазного режима, ферритовый зажим и деформирующий резистор перед передачей сигнала на DAQ970A.

ОЧИСТКА

В целях предотвращения поражения электрическим током перед очисткой отсоедините прибор от источника переменного тока. Очистите поверхность прибора с помощью мягкой безворсовой слегка смоченной в воде ткани. Не используйте моющие средства или растворители. Не пытайтесь таким образом чистить внутренние компоненты прибора. При необходимости обратитесь в представительство Keysight Technologies, осуществляющее продажи и обслуживание продукции, для выполнения очистки прибора надлежащим образом и сохранения требуемого уровня его безопасности и производительности.

ПРИМЕЧАНИЕ Подключите USB-кабель с ферритовым сердечником к USB-порту на задней панели прибора.

Сведения о безопасности и нормативных требованиях

Предупреждающие символы и метки соответствия стандартам

Символ	Описание
\sim	Переменное напряжение (АС).
	Контакт защитного заземления.
<u> </u>	Контакт заземления.
$\mathbf{\nabla}$	Осторожно, существует опасность (см. соответствующую информацию по преду- преждениям по безопасности в данном руководстве)
<i>.</i>	Контакт для подключения к раме или корпусу (заземление).
ß	Блокировка кабеля прибора.
	Этот прибор отмечен меткой соответствия нормам ACMA RCM в Австралии и Новой Зеландии. Для получения копии декларации соответствия производителя данного прибора для Австралии обратитесь региональному представителю по продажам компании Keysight Technologies.
40)	Данный символ обозначает период времени, в течение которого при нормальном использовании не ожидается утечек или образования опасных или токсичных веществ в результате разрушения компонентов. Сорок лет — предполагаемый срок службы в условиях нормальной эксплуатации продукта.
CE ICES/NMB-001 ISM GRP 1-A	Знак СЕ является зарегистрированным товарным знаком Европейского союза. Данная маркировка ЕС означает, что продукт соответствует всем применимым Директивам ЕС. ICES/NMB-001 указывает, что данный прибор ISM соответствует канадскому стандарту ICES-001. <i>Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada.</i> ISM GRP 1-A означает, что настоящий продукт относится к продуктам класса A промышленной, научной и медицинской группы 1.
	Метка CSA является зарегистрированным товарным знаком Канадской ассо- циации стандартов. Подстрочный индексом С и US обозначает, что прибор про- шел сертификацию в соответствии с применяемыми стандартами Канады и США соответственно.

Символ	Описание
MSIP-REM- Kst-GM16412	Данный символ обозначает соответствие продукта с идентификационным кодом MSIP-REM-Kst-GM16412 требованиям декларации об электромагнитной сов- местимости Южной Кореи для класса А. MSIP — идентификация оборудования для широкого вещания и связи. REM — идентификация информации о базовой сертификации. Kst — идентификация информации о базовой сертификации. Kst — идентификация сведений о заявителе. GM16412 — идентификация продукта. Прибор относится к классу A и подходит для профессионального использования и предназначен для использования в электромагнитной среде вне жилых поме- щений.
осторожно	Знак ОСТОРОЖНО предупреждает об опасности. Им обозначаются процедуры или приемы работы, неправильное выполнение либо несоблюдение которых может привести к серьезным травмам. При появлении знака ОСТОРОЖНО пре- кратите работу, пока полностью не будут изучены указанные условия и не будет обеспечено полное соответствие им.
ВНИМАНИЕ	Знак ВНИМАНИЕ предупреждает об опасности. Им обозначаются процедуры работы, неправильное выполнение либо несоблюдение которых может привести к повреждению или разрушению прибора или какой-либо ее части. При появ- лении знака ВНИМАНИЕ прекратите работу, пока полностью не будут изучены указанные условия и не будет обеспечено полное соответствие им.
ПРИМЕЧАНИЕ	Знак ПРИМЕЧАНИЕ обозначает важную информацию. Он призван обратить вни- мание на важную процедуру, метод, условие или прочую характеристику.

Сведения о безопасности и нормативных требованиях

Заявление об электромагнитной совместимости оборудования класса А Южной Кореи

Информация для пользователя:

Для данного прибора была проведена оценка соответствия для использования в условиях предприятий. В жилой среде данное оборудование может вызвать радиопомехи.

Принципы электромагнитной совместимости применяются только к оборудованию, используемому в условиях предприятий.

사용자안내문

이 기기는 업무용 환경에서 사용할 목적으로 적합성평가를 받은 기기로서 가정용 환경에서 사용하는 경우 전파간섭의 우려가 있습니다.

사용자 안내문은"업무용 방송통신기자재"에만 적용한다.

Требования безопасности и электромагнитной совместимости

Данный прибор соответствует следующим требованиям безопасности и ЭМС:

Соответствие требованиям безопасности

- IEC 61010-1:2010/EN 61010-1:2010; IEC 61010-2-030:2010/EN61010-2-030:2010
- Канада: САN/CSA-C22.2 № 61010-1-12; САN/CSA-C22.2 № 61010-2-030-12
- США Стандарт ANSI/UL № 61010-1:2012; стандарт ANSI/UL № 61010-2-030:2012

Электромагнитная совместимость

- IEC 61326-1:2012/EN 61326-1:2013
- Канада: ICES/NMB-001:2006
- Австралия/Новая Зеландия: AS/NZS CISPR 11:2011
- Уведомление Южно-Корейского научно-исследовательского института радиосвязи 2016-24

Условия окружающей среды

Прибор Keysight DAQ970A предназначен для использования в помещениях с низким уровнем конденсации влаги. В таблице ниже приведены общие требования к окружающей среде при эксплуатации прибора.

Условие окружающей среды	Требование
Температура	Эксплуатационные условия: от 0 до 55 °C
	Условия хранения: от -40 до 70 °C
Влажность	Эксплуатационные условия: относительная влажность 80% при тем- пературе 40 °C (без конденсации) с линейным понижением отно- сительной влажности до 50 % при температуре 55 °C (без конденсации)
	Условия хранения: до 50% относительной влажности при 55 °C (без конденсации)
Высота над уровнем моря	До 3000 м
Степень загрязнения	2

1 Знакомство с прибором

Краткий обзор прибора

Краткий обзор лицевой панели

Индикаторы на приборе

Краткий обзор задней панели

Краткий обзор подключаемых модулей

Схема размеров

Настройка интерфейса дистанционного управления

Процедура настройки локальной сети

Обновление микропрограммного обеспечения

Контактная информация компании Keysight Technologies

В этой главе приведен краткий обзор прибора DAQ970A и его основных функций.

Краткий обзор прибора

Благодаря высокой точности измерений и гибкой поддержке сигнальных соединений, прибор DAQ970A идеально подходит для тестовых систем в средах разработки и производства. На задней панели прибора предусмотрены три слота для установки модулей сбора данных и коммутации. Собранные данные можно записывать на USB-накопитель, что делает этот прибор поистине универсальным.

Вывод, сохранение и документирование результатов измерений без лишних усилий

- Удобный, интуитивно понятный интерфейс на базе удобных меню.
- Цветной дисплей высокого разрешения с возможностью просмотра гистограмм, временных графиков измерений, столбчатых диаграмм и числовых значений.
- Поддержка интерфейсов локальной сети и USB.
- Перетаскивание, возможность подключения с использованием интерфейса USB без установки дополнительного драйвера.

Удобная запись данных

- Простое измерение температуры (термопары, резистивные датчики температуры и термисторы), деформации, напряжения постоянного и переменного тока, 2- и 4-проводные измерения сопротивления, измерение частоты, периода, диода, емкости, силы постоянного и переменного тока.
- Запатентованная метрологическая технология, лежащая в основе всех измерений.
- Периодический сбор данных с возможностью сохранения до 100 000 показаний с временными метками.
- Независимая настройка отдельных каналов (функциональные возможности, масштаб, пределы выдачи предупреждений граничного тестирования).
- Интуитивно понятный пользовательский интерфейс, по которому нужно перемещаться с помощью ручки и клавиш для управления курсором, два вида кнопок программные (на дисплее) и аппаратные (на лицевой панели прибора).
- Портативный, прочный корпус с нескользящими ножками.
- Программное обеспечение BenchVue Data Acquisition (DAQ) для Microsoft[®] Windows[®], которое можно скачать со страницы www.keysight.com/find/benchvue.

Разнообразные возможности сбора данных/коммутации

- До 60 каналов на одном приборе (120 несимметричных каналов).
- Скорость считывания превышает 5000 показаний в секунду на одном канале, скорость сбора данных до 450 каналов в секунду.

- Мультиплексирование, матричная коммутация, базовая однополюсная коммутация на два направления (тип С), радиочастотная коммутация, цифровой ввод-вывод, счетчик, вывод ЦАП, оцифровка сигналов ЦАП.
- Встроенный веб-интерфейс для мониторинга прибора и управления им в браузере.

Языки программирования

• Поддержка языка программирования SCPI (стандартные команды для программируемых приборов).

Краткий обзор лицевой панели

CAA K	EYSIGHT DAQ970A Data Acquisition System	5	
1	Home Next Sweep: Stopped Start Time: Count: 0 2018-01-11 10:37:26 Scan List 00:00:00 Count: 01 00:00:00 Count: 1 3 Armature relay MUX Log to USB: Yes 3 Strain	Scan Monitor Channel Interval	
2	Home Menu Strain Olfset Alarm Out Help Settings Olfset 4	Alarm Utility Module Save Local	

Обозначение	Описание
1	USB-порт
2	Кнопка включения/режима ожидания со светодиодным индикатором
3	Дисплей
4	Программные кнопки
5	Кнопки для управления ходом измерений
6	Кнопки для настройки измерений
7	Ручка
8	Клавиши управления курсором

Кнопка активации лицевой панели

примечание Чтобы перевести прибор из режима дистанционного управления (индикатор 🕅

) в режим локального управления, нажмите кнопку



Индикаторы на приборе

В таблице ниже приведены индикаторы прибора DAQ970A. Индикаторы, соответствующие определенным условиям, отображаются в верхней части дисплея.

Индикатор	Описание
• M	Включен режим мониторинга.
ALARM H1234L	 ALARM — в очереди предупреждений имеются предупреждения. H1234L — выполнено условие для срабатывания предупреждения, выво- дящегося при достижении высокого или низкого предела.
DMM	 Встроенный цифровой мультиметр отключен. Когда цифровой мультиметр отключен, прибор настроен на интервал, заданный для внешнего сбора данных.
(MEM)	Память для показаний переполнена и уже включает 100 000 показаний. Самые старые показания будут заменяться на новые.
USB	• В USB-порт на лицевой панели вставлен USB-накопитель.
RMT	 Прибор работает в режиме дистанционного управления (интерфейс дистанционного управления).
ERR	В списке ошибок имеются ошибки. Для просмотра списка ошибок нажмите [View] > Errors.

Краткий обзор задней панели



Обозначение	Описание
1	Идентификатор слотов (100, 200, 300)
2	Вход внешнего сигнала запуска, выводы предупреждений, вход переклю- чения каналов и выход закрытия канала
3	Вход сети питания переменного тока
4	Разъем крепления прибора к рабочему месту
5	Разъем интерфейса LAN
6	Винт заземления корпуса
7	Разъем интерфейса USB

Краткий обзор подключаемых модулей

DAQ970A предлагает полный ассортимент подключаемых модулей, которые выполняют высококачественное измерение, а также функции коммутации и контроля. Для получения более подробной информации см. раздел Обзор модулей.

Прибор DAQ970A поддерживает следующие модули:

- 20-канальный модуль мультиплексора на основе полевых транзисторов, DAQM900A
- 20-канальный модуль мультиплексора на якорных реле, DAQM901A
- 16-канальный модуль мультиплексора с герконовым реле, DAQM902A
- 20-канальный универсальный модуль коммутации/исполнительного механизма, DAQM903A
- Модуль двухпроводной матричной коммутации 4x8 DAQM904A
- Модуль с двумя ВЧ-мультиплексорами 1:4 (50 Ом), DAQM905A
- Многофункциональный модуль DAQM907A
- 40-канальный модуль несимметричного мультиплексора DAQM908A

ПРИМЕЧАНИЕ Технические характеристики всех поддерживаемых модулей можно найти в спецификации продуктов по ссылке http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5992-3168EN.pdf.

Схема размеров

Размеры стенда:





Размеры стойки:



Размеры модуля:



Настройка интерфейса дистанционного управления

ОСТОРОЖНО ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, необходимо контролировать прибор и тестируемое устройство и ограничить к ним доступ в соответствии с местными правилами по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды.

ПРИМЕЧАНИЕ Если включен безопасный режим, для выполнения многих из этих действий прибор должен быть разблокирован с помощью правильного кода безопасности. Более подробную информацию см. в разделе Безопасность.

DAQ970A поддерживает обмен данными с помощью интерфейсов двух типов: LAN и USB. Оба интерфейса становятся активными при включении питания, когда прибор поставляется с завода.

- Интерфейс LAN: по умолчанию включен протокол DHCP (протокол динамической настройки узла), который служит для назначения динамических IP-адресов сетевым устройствам и позволяет устанавливать связь по локальной сети. За счет назначения динамических адресов при каждом новом подключении к сети устройство получает новый IP-адрес. Более подробно см. в разделе Настройки LAN.
- Интерфейс USB: для подключения к прибору через компьютер используйте разъем интерфейса USB на задней панели. Подробнее см. в разделе Настройки USB.

Keysight IO Libraries Suite

примечание Прежде чем приступить к настройке интерфейса дистанционного управления, убедитесь, что установлен пакет Keysight IO Libraries Suite.

Пакет Keysight IO Libraries Suite представляет собой комплект бесплатных программ для управления приборами, который позволяет автоматически обнаруживать приборы и управлять ими через интерфейсы LAN и USB. Чтобы получить более подробную информацию о комплекте IO Libraries и загрузить его, перейдите по адресу www.keysight.com/find/iosuite.

Настройки LAN

В следующих разделах описаны основные настройки локальной сети, выполняемые на лицевой панели, включая команды SCPI, если они используются. Все команды настройки локальной сети приведены в руководстве по программированию прибора DAQ970A, в разделе «Подсистема SYSTem команды настройки интерфейса дистанционного управления».

ПРИМЕЧАНИЕ

Для активации некоторых настроек локальной сети требуется выключить и снова включить питание прибора. В этом случае на дисплее прибора кратковременно отобразится соответствующее сообщение. При изменении настроек локальной сети внимательно следите за показаниями на дисплее.

Включение или отключение интерфейса LAN

Лицевая панель

Удаленный интерфейс

SYSTem:COMMunicate:ENABle {OFF | ON}, LAN

Нажмите **[Home]** > User Settings > I/O > LAN Настройте программную кнопку, выбрав Оп или Off

Просмотр состояния локальной сети, МАС-адреса и текущих настроек конфигурации локальной сети

Когда активирован интерфейс LAN, на лицевой панели можно просмотреть состояние локальной сети, MAC-адрес и текущие настройки конфигурации локальной сети. Состояние локальной сети может отличаться от настроек, заданных в меню конфигурации на лицевой панели, и зависит от конфигурации сети. Если настройки отличаются, значит, сеть автоматически назначила собственные настройки. Если прибор переводится в режим дистанционного управления, все изменения локальной сети будут отменены, и на дисплее отобразится другой экран. В случае перезагрузки локальной сети на вновь открытой странице настроек локальной сети отобразятся новые настройки.

Лицевая панель	Удаленный интерфейс
Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings	(нет)

Изменение настроек

Прибор поставляется с заводскими настройками, подходящими для большинства сред LAN. Установка настроек локальной сети вручную

Вручную/DHCP

DHCP позволяет автоматически назначать динамические IP-адреса устройствам в локальной сети. Обычно это самый простой способ настройки прибора для работы в локальной сети. Эта настройка сохраняется в энергонезависимой памяти; она не изменяется после перезагрузки, при восстановлении заводских настроек (команда *RST) или предварительной настройке прибора (команда SYSTem:PRESet). При активации DHCP отключается функция ручной настройки, и наоборот.

Лицевая панель

Удаленный интерфейс

Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP {OFF|ON} Modify Settings.

Включение DHCP

Manual / DHCF)	MAC Address:	80090201F068
IP Address: Subnet Mask: DNS Prim Addr: WINS Prim Addr:	1. 10. 1 1. 10. 1 1. 10. 1	LAN Status: Gateway: DNS Sec Addr: WINS Sec Addr:	Good
DNS Hostname: mDNS Service: mDNS Hostname: Domain Name: IPv6 Local Addr:	K-DAQ970A-0010 Keysight DAQ970A Data Acquisition System K-DAQ970A-0010.local.		m
Modify LAN Settings Service	Set to Defaults		Done

Шаг	Лицевая панель	Удаленный интерфейс
1	Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings. На первой программируемой кнопке выберите DHCP.	SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP ON
2	Если изменить этот параметр, то для вступления изменений в силу необходимо нажать кнопки [Done] > [Apply Changes].	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

Отключение DHCP

Manual /	DHCP		MAC Addre	ss:	8009020	D1F068
IP Address Subnet Ma DNS Prim WINS Prim DNS Hostr mDNS Ser mDNS Hos Domain Na IPv6 Local IPv6 Globa	s: I Addr: Addr: n Addr: name: K vice: K tname: K ame: Addr: I Addr:	69.254.9.70 -DAQ970A-001 eysight DAQ970A -DAQ970A-001	LAN Status Gateway: DNS Sec A WINS Sec A UD Data Acquisitio IO.local.	s: ddr: Addr: n Syste	Good	
Manual DHCP	Host Name	IP Address	Subnet	Do N	ne)	More
Gateway 🗇	Primary Ə DNS	Second INS	1	Doi	ne X	More 2 of 3
Primary 🔶 WINS 🤞	Second WINS	Service ↓ mDNS	1	Doi	1e (4	More 3 of 3

Шаг	Лицевая панель	Удаленный интерфейс		
1	Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings . На первой программируемой кнопке выберите Manual .	SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP OFF		
2	Если изменить этот параметр, то для вступления изменений в силу необходимо нажать кнопки [Done] > [Apply Changes].	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate		
Имя	коста			
IP-адрес				
Маска подсети				
Шлю	Шлюз			
Перв	Первичная и вторичная служба DNS			
Первичная и вторичная служба WINS				
Служ	Служба mDNS			
Имях	коста			

Имя хоста — это часть имени домена, которая преобразуется в IP-адрес.

Шаг	Лицевая панель	Удаленный интерфейс
1	Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings. На первой программируемой кнопке выберите Manual и нажмите Host Name, чтобы ввести имя хоста.	SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname
2	Если изменить этот параметр, то для вступления изменений в силу необходимо нажать кнопки [Done] > [Done] > [Apply Changes].	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

Каждый прибор поставляется с именем хоста по умолчанию в следующем формате: *К-номер_моделисерийный_номер*, где *номер_модели* — это номер модели прибора из 7 символов (например, DAQ970A), а *серийный_номер* — это последние пять символов 10-символьного серийного номера прибора, который указан в маркировке на верхней панели прибора (например, 5678 в серийном номере MY12345678).

Manual / DHCP	MAC Address: 80090201F068		
	Host Name		
K-D	AQ970A-5678		
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz A B C D E F G H I J M N O P Q R S T U V W X Y Z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9			
ir vo giobal Augi .			
Clear Delete All Char	Next Char Cancel Done		

- Прибор получает уникальное имя хоста на заводе, но его можно изменить. При работе в локальной сети имя хоста должно быть уникальным.
- Имя должно начинаться с буквы; другие символы могут быть строчными и прописными буквами, цифрами или тире («-»).
- Эта настройка сохраняется в энергонезависимой памяти; она не изменяется после перезагрузки, при восстановлении заводских настроек (команда *RST) или предварительной настройке прибора (команда SYSTem:PRESet).

ІР-адрес

Можно ввести статический IP-адрес для прибора в виде четырехбайтного целого числа с точечной записью. Каждый байт является десятичным значением без использования ведущих нулей (например, 169.254.2.20). Более подробно см. в разделе «Дополнительная информация об IP -адресах и точечной записи».

Шаг	Лицевая панель	Удаленный интерфейс
1	Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings. На первой программируемой кнопке выберите Manual и нажмите IP Address, чтобы ввести нуж- ный IP-адрес.	SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress
2	Если изменить этот параметр, то для вступления изменений в силу необходимо нажать кнопки [Done] > [Apply Changes].	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

- Если протокол DHCP включен, он попытается назначить IP-адрес прибору. Если попытка не удалась, функция Auto-IP выполняет попытку назначить IP-адрес для прибора.
- Обратитесь к администратору локальной сети, чтобы получить IP-адрес.

• Эта настройка сохраняется в энергонезависимой памяти; она не изменяется после перезагрузки, при восстановлении заводских настроек (команда *RST) или предварительной настройке прибора (команда SYSTem:PRESet).

Маска подсети

Функция маски подсети позволяет администратору локальной сети делить сеть на сегменты, что упрощает управление и максимально сокращает сетевой трафик. Маска подсети указывает на часть адреса хоста, используемую для определения подсети.

Шаг	Лицевая панель	Удаленный интерфейс
1	Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings. На первой программируемой кнопке выберите Manual и нажмите Subnet Mask, чтобы ввести нуж ный адрес маски подсети.	SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk
2	Если изменить этот параметр, то для вступления изменений в силу необходимо нажать кнопки [Done] > [Apply Changes].	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

- Обратитесь к администратору локальной сети, чтобы получить IP-адрес.
- Эта настройка сохраняется в энергонезависимой памяти; она не изменяется после перезагрузки, при восстановлении заводских настроек (команда *RST) или предварительной настройке прибора (команда SYSTem:PRESet).

Шлюз

Шлюз — это сетевое устройство, объединяющее сети. Настройкой шлюза по умолчанию является IPадрес прибора.

Шаг	Лицевая панель	Удаленный интерфейс
1	Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings. На первой программируемой кнопке выберите Manual и на второй странице меню нажмите Gateway, чтобы ввести нужный адрес шлюза.	SYSTem:COMMunicate:LAN:GATEway
2	Если изменить этот параметр, то для вступления изменений в силу необходимо нажать кнопки [Done] > [Apply Changes].	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

- Не устанавливайте адрес шлюза, когда включен протокол DHCP (заводская настройка по умолчанию).
- Обратитесь к администратору локальной сети, чтобы получить IP-адрес.

• Эта настройка сохраняется в энергонезависимой памяти; она не изменяется после перезагрузки, при восстановлении заводских настроек (команда *RST) или предварительной настройке прибора (команда SYSTem:PRESet).

Первичная и вторичная служба DNS

DNS (служба именования доменов) — это интернет-служба, которая преобразует имена доменов в IPадреса. Адрес сервера DNS — это IP-адрес сервера, который обеспечивает работу данной службы.

Шаг	Лицевая панель	Удаленный интерфейс
1	Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings. На первой программируемой кнопке выберите Manual и на второй странице меню нажмите Primary DNS или Second DNS, чтобы ввести нуж- ный адрес шлюза.	SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[{1 2}] Примечание. Синтаксис [{1 2}] обозначает тип адреса сервера первичной (1) или вторичной (2) службы DNS.
2	Если изменить этот параметр, то для вступления изменений в силу необходимо нажать кнопки [Done] > [Apply Changes].	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate
•	Обычно адрес DNS находит DHCP-сервер; изме не используется или не работает.	енения необходимы, только если DHCP

- Обратитесь к администратору локальной сети, чтобы получить IP-адрес.
- Эта настройка сохраняется в энергонезависимой памяти; она не изменяется после перезагрузки, при восстановлении заводских настроек (команда *RST) или предварительной настройке прибора (команда SYSTem:PRESet).

Первичная и вторичная служба WINS

WINS (Windows-служба интернет-имен) — это система, позволяющая Windows идентифицировать системы NetBIOS в сети TCP/IP.

Шаг	Лицевая панель	Удаленный интерфейс
1	Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings.	SYSTem:COMMunicate:LAN:WINS[{1 2}]
	На первой программируемой кнопке выберите Manual и на третьей странице меню нажмите Primary WINS или Second WINS, чтобы задать нуж ный адрес шлюза.	Примечание. Синтаксис [{1 2}] обозначает тип адреса сервера первичной (1) или вторичной - (2) службы WINS.
2	Если изменить этот параметр, то для вступления изменений в силу необходимо нажать кнопки [Done] > [Apply Changes].	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

• Обычно адрес WINS находит DHCP-сервер; изменения необходимы, только если DHCP не используется или не работает.

- Обратитесь к администратору локальной сети, чтобы получить IP-адрес.
- Эта настройка сохраняется в энергонезависимой памяти; она не изменяется после перезагрузки, при восстановлении заводских настроек (команда *RST) или предварительной настройке прибора (команда SYSTem:PRESet).

Служба mDNS

Служба mDNS (многоадресная служба именования доменов) — это интернет-служба, которая регистрируется в выбранной службе именования.

Шаг	Лицевая панель	Удаленный интерфейс
1	Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings. На первой программируемой кнопке выберите Manual и на третьей странице меню нажмите Service mDNS, чтобы ввести нужный адрес шлюза.	LXI:MDNS:SNAMe:DESired
2	Если изменить этот параметр, то для вступления изменений в силу необходимо нажать кнопки [Done] > [Done] > [Apply Changes].	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

Каждый прибор поставляется с именем службы по умолчанию в следующем формате:

Keysight Technologies_<номер_модели>_- серийный_номер

где «номер_модели» — это номер модели прибора из 7 символов (например, DAQ970A) и имя продукта (Система сбора данных/коммутации), а «серийный_номер» — это последние пять символов 10-символьного серийного номера прибора, который указан на табличке на верхней панели прибора (например, 45678 в серийном номере MY12345678).

- При заводской настройке прибор получает уникальное имя службы mDNS, но его можно изменить. При работе в локальной сети имя службы mDNS должно быть уникальным.
- Имя должно начинаться с буквы; другие символы могут быть строчными и прописными буквами, цифрами или тире («-»).
- Эта настройка сохраняется в энергонезависимой памяти; она не изменяется после перезагрузки, при восстановлении заводских настроек (команда *RST) или предварительной настройке прибора (команда SYSTem:PRESet).

Перезапуск локальной сети

При внесении любых изменений в настройки локальной сети, описанные выше, будет выполнен перезапуск локальной сети после нажатия кнопки **Apply Changes**. Эта функция выполняет перезапуск сети с использованием BCEX текущих настроек локальной сети. При перезапуске локальной сети пароль веб-интерфейса не удаляется. Удаленный интерфейс: LXI:REStart

Службы локальной сети

Включение (On) или отключение (Off) служб локальной сети прибора.



Шаг	Лицевая панель	Удаленный интерфейс
1	Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > LAN Services Нажмите On , чтобы включить, или Off , чтобы отключить любую настройку.	(нет)
2	Если изменить этот параметр, то для вступления изменений в силу необходимо нажать кнопки [Done] > [Apply Changes].	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

- Информацию о VXI-11, сокетах и протоколах HiSLIP см. в справке Keysight IO Libraries.
- Telnet порт Telnet прибора 5024. При подключении через порт Telnet открыть сеансы SCPI можно путем ввода: telnet *IP address* 5024
- Web включение или отключение функции программирования прибора через его вебинтерфейс.
- mDNS служба mDNS предназначена для использования в сетях, где не установлен обычный DNS -сервер. При перезагрузке или сбросе настроек локальной сети всегда происходит включение службы mDNS.

Установка параметров по умолчанию

Эта функция позволяет сбросить настройки локальной сети и восстановить значения по умолчанию, установленные на заводе.

Лицевая панель	Удаленный интерфейс
Нажмите [Home] > User Settings > I/0 > LAN Settings > Set	(нет)
to Defaults	

Сброс LAN

Сброс текущих настроек локальной сети, включение режима DHCP и службы mDNS. Сброс настроек локальной сети приведет также к удалению введенного пользователем пароля веб-интерфейса.

Лицевая панель	Удаленный интерфейс
Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Reset	LXI:RESet

Веб-интерфейс

DAQ970A имеет встроенный веб-интерфейс для дистанционного доступа к прибору и управления посредством локальной сети через веб-браузер. Подробнее см. в разделе Веб-интерфейс.

Подробнее об IP-адресах и точечной записи

Адреса, записываемые через точку («ппп.nnn.nnn.nnn», где «ппп» — значение байта от 0 до 255), необходимо указывать очень аккуратно, поскольку большинство компьютерных приложений для работы в сети интерпретируют значения байтов с начальными нулями как восьмеричные числа (с основанием 8). Например, значение «192.168.020.011» эквивалентно десятичному значению «192.168.16.9», поскольку «.020» интерпретируется как значение «16», выраженное в восьмеричном формате, а «.011» — как «9». Во избежание ошибок используйте только десятичные значения от 0 до 255, без нулей в начале.

Настройки USB

В меню **USB Settings** можно настроить разъем USB (хранение) на лицевой панели и разъем USB (подключение) на задней панели.

	USB SCPI Off <mark>On</mark>	File Access Off <mark>On</mark>	Show USB ID	Done ↑		
Лицевая панель				Удаленный интерфейс		
Нажмите [Home] > User Settings > I/O > USB Settings				SYSTem:COMMunicate:ENABle {OFF ON}, USB		

USB SCPI

С помощью параметра **USB SCPI** можно включить (On) или отключить (Off) порт управления разъема USB на задней панели прибора. Чтобы внесенные изменения состояния интерфейса вступили в силу, необходимо выключить и включить питание прибора. Если интерфейс отключен, то настроить его с помощью утилиты Keysight IO Libraries Connection Expert невозможно.

Easy File Access (программируемая кнопка для доступа к файлам)

Easy File Access позволяет легко передавать файлы с прибора на компьютер и наоборот. Просто подключите порт USB для управления на задней панели прибора к порту USB на компьютере и с помощью открывшегося на компьютере окна скопируйте на него файлы прибора.

🕳 🛃 🗖 🖛 Internal Storage			—		×
File Home Share View					~ 🕐
← → × ↑ 🚘 « Keysi → Internal Storage	÷ ~ 5	Search Interna	l Storage		Q
★ Quick access ConeDrive	Î	FOLDER_1			
This PC	×a,	DATA_1 Microsoft Excel (0 bytes	Comma S	eparate	e
Desktop Documents Documents		STATE_0 STA File 12.7 KB			
Keysight DAQ970A Data Acquisition System					
🚽 Internal Storage					
h Music					
E Pictures					
📑 Videos					
Los C:)	\checkmark				
3 items					:== 📰

Скопировать файлы с прибора на компьютер можно с помощью стандартных функций компьютера для управления файлами.

ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы использовать функцию Easy File Access во время дистанционного программирования прибора с использованием SCPI через интерфейс USB (USB SCPI), необходимо установить на компьютер Keysight IO Libraries Suite 16.3 или более поздней версии. Последнюю версию можно загрузить на сайте www.keysight.com/find/iosuite.

Чтобы использовать функцию Easy File Access на компьютере с операционной системой Windows XP, на компьютере должен быть установлен проигрыватель Microsoft Windows Media Player 11 для Windows XP с пакетом обновлений 1, Microsoft Windows XP с пакетом обновлений 2, 3 или Windows более поздней версии. Это программное обеспечение можно загрузить по ссылке www.microsoft.com/en-us/- download/details.aspx?id=8163.

Показать идентификатор носителя USB

Отображение адресной строки USB, аналогичной строке в приложениях для программирования VISA.

Технические данные подключения

В большинстве случаев к прибору можно легко подключиться, используя комплект библиотек IO Libraries Suite или веб-интерфейс. При определенных обстоятельствах могут оказаться полезными следующие сведения.

Интерфейс	Сведения
LAN	Строка VISA: TCPIP0::< <i>IP-адрес></i> ::inst0::INSTR Пример: TCPIP0::192.168.10.2::inst0::INSTR
Веб-интерфейс	Номер порта: 80, URL-адрес: http://< <i>IP-адрес</i> >/
USB	Идентификатор USB в формате USB0::< <i>идентификатор поставщика>::<иден- тификатор продукта>::<<i>серийный номер</i>>::0::INSTR Пример: USB0::0x2A8D::0x0902::MY55160003::0::INSTR</i>

Процедура настройки локальной сети

Существует несколько параметров, которые, возможно, потребуется настроить, чтобы установить сетевую связь с использованием интерфейса LAN. Для начала необходимо установить IP-адрес. Возможно, для установки связи с использованием интерфейса LAN потребуется обратиться к администратору сети.

ПРИМЕЧАНИЕ Если включен безопасный режим, для выполнения многих из этих действий прибор должен быть разблокирован с помощью правильного кода безопасности. Более подробную информацию см. в разделе Безопасность.

- 1. Нажмите [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings.
- 2. Выберите Modify Settings, чтобы изменить настройки локальной сети, выберите LAN Services, чтобы включить (On) или отключить (Off) службы локальной сети на приборе, или выберите Set to Defaults, чтобы восстановить заводские настройки локальной сети, используемые по умолчанию.

Manual / DHCP)	MAC Address:	80090201F068
IP Address: Subnet Mask: DNS Prim Addr: WINS Prim Addr: DNS Hostname: mDNS Service: mDNS Hostname: Domain Name: IPv6 Local Addr: IPv6 Global Addr:	K-DAQ970A-001 Keysight DAQ970A K-DAQ970A-001	LAN Status: Gateway: DNS Sec Addr: WINS Sec Addr: IO Data Acquisition Syst IO.local.	Good : em
Modify LAN Settings Service	Set to Defaults		Done ↑

3. Чтобы изменить настройки, нажмите Modify Settings. Для получения доступа к большинству элементов на этом экране используйте первую программную кнопку, чтобы переключить режим с DHCP на Manual. Когда включен параметр DHCP, IP-адрес автоматически назначается по протоколу DHCP (протокол динамической конфигурации узла) при подключении прибора к сети при условии, что сервер DHCP обнаружен и может выполнить эту операцию. Кроме того, при необходимости протокол DHCP автоматически назначит маску подсети и адрес шлюза, DNS, WINS и имя домена. Обычно это самый простой способ установки связи прибора с другими устройствами по локальной сети — достаточно оставить включенным параметр DHCP. Для получения дополнительной информации обратитесь к администратору локальной сети.
4. Настройка ІР-адреса

Если параметр DHCP не используется (для первой программной кнопки задано значение Manual), следует настроить IP, включая IP-адрес, и, возможно, маску подсети и адрес шлюза. Программные кнопки IP Address и Subnet Mask отображаются на основном экране. Нажмите More, чтобы настроить другие параметры.

Для получения IP-адреса, маски подсети и шлюза обратитесь к администратору сети. Для всех IPадресов используется точечная форма записи «nnn.nnn.nnn.nnn», где «nnn» в каждом случае является значением в байтах от 0 до 255. Новый IP-адрес можно ввести с помощью ручки или кнопок со стрелками на лицевой панели. Начальные нули не используются.

5. Настройка DNS (дополнительно)

DNS (служба именования доменов) — это интернет-служба, которая преобразует имена доменов в IP-адреса. Спросите у администратора сети, используется ли DNS, и если используется, узнайте имя хоста, имя домена, адрес сервера DNS.

- а. Настройка имени хоста. Нажмите **Host Name** и введите имя хоста. Имя хоста это часть имени домена, которая преобразуется в IP-адрес. Имя хоста вводится в виде строки с помощью кнопок со стрелками на лицевой панели, которые используются для выбора и изменения символов. Имя хоста может включать буквы, числа и тире («-»).
- b. Настройка адресов сервера DNS. На экране настройки локальной сети нажмите **More**, чтобы перейти ко второму из трех наборов программных кнопок.

Введите значения параметров **Primary DNS** и **Second DNS**. За подробными сведениями обратитесь к администратору сети.

1 Знакомство с прибором

Обновление микропрограммного обеспечения

внимание Не отключайте прибор во время обновления.

- 1. Чтобы узнать версию установленной микропрограммы, нажмите [Home] > Help > About.
- Новейшую версию микропрограммы можно найти по ссылке www.keysight.com/find/DAQ970Afirmware. Если она совпадает с установленной версией, обновление не требуется. В противном случае загрузите утилиту обновления и файл ZIP с микропрограммой. Подробные инструкции см. в документе «Инструкции по использованию утилиты обновления микропрограммы» на странице загрузки.
- 3. Разархивируйте файл ZIP и запустите утилиту обновления, чтобы подготовить USB-носитель с обновленной микропрограммой.
- Подключите USB-накопитель к лицевой панели прибора и нажмите [Utility] > Admin > Firmware Update, чтобы обновить микропрограмму. Если включен режим безопасности, перед установкой микропрограммы разблокируйте прибор, введя код безопасности.

Важно! Чтобы обновить микропрограмму в дистанционном режиме, номер модели в ответе на запрос *IDN? должен совпадать с номером модели прибора. Если изменить номер в ответе на запрос *IDN?, то при попытке обновить микропрограмму отобразится следующее сообщение об ошибке: «The instrument is not supported by this firmware file». Выполните обновление на лицевой панели. Или в дистанционном режиме введите команду SYSTem:PERSona:MODel, чтобы задать в ответе на запрос *IDN? соответствующий номер модели, выполните обновление, а затем снова введите команду SYSTem:PERSona:MODel, чтобы задать в *IDN? другой номер модели.

Контактная информация компании Keysight Technologies



По вопросам гарантии, обслуживания и технической поддержки можно обратиться в компанию Keysight Technologies.

В США: (800) 829-4444

В Европе: 31 20 547 2111

В Японии: 0120-421-345

Также можно воспользоваться сайтом www.keysight.com/find/assist или обратиться в ближайшее представительство компании Keysight Technologies.

Подготовка прибора к использованию

- Монтаж проводки и установка модуля
- Подсоединение кабелей питания и ввода-вывода
- Использование встроенной справочной системы
- Регулировка ручки для переноски
- Монтаж прибора в стойке
- Программное обеспечение Keysight BenchVue Data Acquisition (DAQ)

Подготовка прибора к использованию

Проверьте комплект поставки. Если что-либо отсутствует, обратитесь в ближайшее торговое представительство Keysight или к официальному дилеру Keysight.

- Кабель питания (для страны назначения)
- Калибровочный сертификат (опционально)
- Пакет дополнительной документации
- Кабель USB 2.0
- Одна термопара типа Ј и плоская отвертка
- Компакт-диск с программным обеспечением Keysight IO Libraries Suite

Программное обеспечение Keysight BenchVue Data Acquisition (DAQ) можно загрузить по ссылке www.keysight.com/find/benchvue.

Все заказанные подключаемые модули поставляются в отдельных коробках. При заказе модуля с двумя ВЧ-мультиплексорами 1:4 (50 Ом), DAQM905A, в комплект поставки входит дополнительный комплект кабелей (50 Ом).

Новейшая документация по продукту доступна на сайте www.keysight.com/find/DAQ970Amanuals.

Монтаж проводки и установка модуля

осторожно Во избежание поражения электрическим током используйте провода, рас-

Перед тем, как снять крышку модуля, отключите питание на всех внешних устройствах, подключенных к модулю.

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, все каналы модуля следует считать опасными.

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, провода всех каналов в модуле должны быть рассчитаны на максимальное номинальное напряжение.

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, то термопары, подключенные к другим каналам модуля, должны иметь основную или дополнительную изоляцию, рассчитанную на максимальное номинальное напряжение, и должны быть изолированы от проводящих компонентов с помощью термопасты или изоленты, рассчитанных на максимальное номинальное напряжение.

Не устанавливайте, не перемещайте и не демонтируйте термопары, когда тестируемое устройство подключено к источнику сигнала.

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, необходимо контролировать прибор и тестируемое устройство и ограничить к ним доступ в соответствии с местными правилами по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды.

ВНИМАНИЕ При установке или снятии модулей на задней панели прибора во время его работы (когда включено питание) происходит перезагрузка.

Чтобы подключить провода к модулю и установить его на задней панели прибора, выполните следующие действия:

1. Чтобы отсоединить крышку модуля, потяните ее вперед с помощью плоской отвертки.



2. Прикрепите провод к отвертке.



3. Протяните провод через эластичную муфту.



4. Установите крышку модуля на место.



5. Вставьте модуль в прибор (на задней панели).



Демонтаж модуля

Чтобы отсоединить или заменить модуль, нажмите на зажим, расположенный на задней стенке модуля слева, и извлеките его из задней панели.



Подсоединение кабелей питания и ввода-вывода

Включение питания прибора

Перед включением питания прибора убедитесь, что все источники сигналов выключены. Включайте источники сигналов после включения питания прибора. Выключайте источники сигналов перед выключением питания прибора. Подключите кабель питания и при необходимости кабель LAN или USB. Нажмите кнопку включения/режима ожидания на лицевой панели. Обратите внимание, что эта кнопка не выключает прибор, а переводит его в режим ожидания. Чтобы отключить прибор от сети электропитания, отсоедините кабель питания. Если прибор не включается, проверьте, надежно ли подключен кабель питания.

Ниже перечислены состояния светодиодного индикатора, когда прибор включен.

Цвет индикатора	Состояние прибора
Не горит	Прибор не подключен к электросети.
Горит желтым	Прибор подключен к электросети и находится в режиме ожи- дания.
Горит зеленым	Прибор включен.

Самодиагностика при включении питания

При включении питания запускается процедура самодиагностики, на дисплее отображается текущий IP-адрес и сообщение о вызове справки.

Во время выполнения самодиагностики при включении питания дисплей на лицевой панели кратковременно включается, а все каналы измерений будут выключены. Если самодиагностика при вклю-

чении питания завершается с ошибкой, на дисплее отобразится индикатор ошибки **ERR**. Подробнее о кодах ошибок SCPI и сообщениях об ошибках см. раздел «Сообщения об ошибках SCPI» в *руко-* водстве по программированию прибора DAQ970A.

ПРИМЕЧАНИЕ

Полная процедура самодиагностики включает большее количество проверок, чем самодиагностика при включении питания. Подробнее о полной процедуре самодиагностики прибора см. в *руководстве по обслуживанию прибора DAQ970A*.

По умолчанию на приборе используется функция измерения напряжения постоянного тока (DCV) с автоматическим определением диапазона.

Выключение питания прибора

Нажмите и удерживайте переключатель включения/режима ожидания примерно полсекунды. Это позволит избежать случайного выключения прибора при случайном касании переключателя.

ПРИМЕЧАНИЕ Если выключить прибор путем отключения от сети электропитания (не рекомендуется), при повторном включении питания прибор снова включится. Необходимо снова нажать переключатель включения/режима ожидания.

Использование встроенной справочной системы

Встроенная справочная система предоставляет контекстную справку по всем кнопкам на лицевой панели или программным кнопкам меню. Также доступен список разделов справки, включающих необходимую информацию о приборе. Все сообщения, контекстная справка и разделы справки будут отображаться на выбранном языке. Надписи к программным кнопкам меню не переведены.

Просмотр списка разделов справки

Чтобы просмотреть список разделов справки, нажмите **[Home] > Help > Help Topics**. Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выделить нужный раздел, и нажмите кнопку **[Select]**, чтобы просмотреть содержимое справки.



В этом примере выбран раздел **1 Получить справку для любой кнопки**. Отобразится следующий раздел справки:



Нажмите кнопку **Done**, чтобы выйти из справки.

Просмотр справочной информации по кнопкам лицевой панели

Нажмите и удерживайте любую кнопку лицевой панели или программную кнопку, чтобы просмотреть контекстную справку, например для кнопки **[Scan]**. Если сообщение содержит информацию, объем которой больше размера дисплея, используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выполнить переход на предыдущую/следующую страницу.



Нажмите кнопку **Done**, чтобы выйти из справки.

Просмотр информации о приборе

Нажмите **[Home]** > **Help** > **About**, чтобы просмотреть информацию о приборе, например серийный номер, IP-адрес (при подключении к интерфейсу локальной сети) и версию установленного микро-программного обеспечения. Нажмите кнопку **Done**, чтобы закрыть окно.

Регулировка ручки для переноски

Ручка для переноски устанавливается в трех положениях (как показано ниже). Чтобы отрегулировать положение ручки, возъмите ее за стороны, вытяните и поверните в нужное положение.



Виды с расположением прибора на рабочей поверхности

Положение для переноски

Монтаж прибора в стойке

Прибор можно установить в стандартную 19-дюймовую стойку. Для этого необходимо заказать комплект для крепления в стойку с указанным ниже номером по каталогу. Инструкции и оборудование для монтажа входят в каждый комплект для крепления в стойку. Каждый прибор Keysight System II такого же размера можно установить в стойку рядом с DAQ970A.

ВНИМАНИЕ Для предотвращения перегрева не перекрывайте область поступления воздуха к прибору и отвода воздуха от прибора. Обеспечьте необходимую вентиляцию, оставив свободное место по бокам, снизу и сзади прибора.

ПРИМЕЧАНИЕ Перед монтажом прибора в стойку снимите ручку для переноски и резиновые накладки с лицевой и задней панели.

Снятие ручки для переноски и накладок

Чтобы снять ручку, поверните ее в вертикальное положение и потяните ее концы в стороны.



Чтобы снять резиновые накладки спереди и сзади, потяните их за угол и снимите.



Установка в стойку одного прибора

Чтобы установить в стойку один прибор, закажите комплект для монтажа в стойку (номер по каталогу: DAQA190A-FG).

Установка в стойку двух приборов рядом

Чтобы установить в стойку два прибора рядом, закажите комплект жестких соединений (номер по каталогу: DAQA194A-FG) и комплект фланцев (номер детали: DAQA191A-FG). Установите внутри стойки опорные направляющие.



Программное обеспечение Keysight BenchVue Data Acquisition (DAQ)

Программное обеспечение Keysight BenchVue Data Acquisition (DAQ), разработанное для операционных систем Windows, призвано упростить использование прибора с компьютером при сборе и анализе измеренных данных. Используйте это программное обеспечение для настройки тестирования, сбора и архивирования измерений, а также для просмотра и анализа измерений в режиме реального времени. Программное обеспечение Keysight BenchVue Data Acquisition (DAQ) можно загрузить по ссылке www.keysight.com/find/benchvue.

DAQ // DAQ970A // SIM::13::INS	ĸ												5	
Instrument Settings Data Logging Settings	i≣c	onfigure Channels	Graphi	ics Setup -	+ None	e Off			į,	а нw	Alarm	123	4	
Data Log		Channel				Measureme	nt	_	-	_	_		S	caling (
File Name: DAQ970A Data Log	Scan	Number	Name	Function		Pange		Pec		More	Scale	Function		Gain (N
✓ Append date 2018-03-12		DAQM900A:20-C	Channel Solid S	State Switch		Kunge		NC3		Piore	50010	Tunction		Guin (i-
✓ Append time 08-07-46		101		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	1
✓ Append Number 0		102		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	
Data Manager File Name		103		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	1
DAQ970A Data Log 2018-03-12 08-07-46 C		104		DC Voltage	-	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	
Comment Text		105		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	1
		106		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	
up to 160-char of free-form text		107		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	1
		108		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	
		109		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	1
tart Data Logging ——————————————————————————————————		110		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	
Immediately with Start Button		111		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	1
At Specific Time:		112		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	
2018-03-12 08:07:43		113		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	1
On Alarm:		114		DC Voltage	•	Auto	T	5.5	•			SCAL	•	
Alarm 1 👻		115		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	1
can Interval		116		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	
Min Value		117		DC Voltage	•	Auto	•	5.5	•			SCAL	•	1
										-	Ö 🖬			F→ E×

Главный экран приложения:

Лицензирование программного обеспечения BenchVue Data Acquisition (DAQ)

Чтобы использовать приложение BenchVue в течение 30-дневного пробного периода, перейдите в вид BenchVue **Application**, щелкните кнопкой мыши на нужном приложении, а затем нажмите кнопку «Запустить пробную версию». Пробный период указывается в виде количества оставшихся *календарных дней* использования приложения. По завершении пробного периода появится сообщение о необходимости приобретения лицензии на это приложение. Возможны различные варианты лицензирования Кeysight, среди которых можно выбрать тот тип и те условия лицензирования, которые оптимально соответствуют требованиям пользователя к программному обеспечению. Подробнее о приобретении и установке лицензии на ПО см. в разделе *Варианты* лицензирования программного обеспечения BenchVue в справке по программному обеспечению Keysight BenchVue Data Acquisition (DAQ).

3 Функции прибора

Обзор системы Справка по меню лицевой панели Кнопка [Scan] Меню [Monitor] Меню [Home] Меню [View] Меню [Channel] Меню [Interval] Меню [Math] Меню [Сору] Меню [Alarm] Меню [Utility] Меню [Module] Меню [Save Recall] Веб-интерфейс Обзор модулей

Обзор системы

В этом разделе приводится обзор компьютерной системы и описываются компоненты системы сбора данных/коммутации.

Обзор системы сбора данных/коммутации

Разводка и коммутация сигналов

Измерительный вход

Управляющий выход

Обзор системы сбора данных/коммутации

Устройство Keysight DAQ970A можно использовать как автономный прибор, но, возможно, во многих областях применения потребуется воспользоваться встроенными функциями подключения к ПК. Ниже показана стандартная система сбора данных/коммутации.



Такая конфигурация имеет следующие преимущества.

- Устройство DAQ970A можно использовать для хранения, обработки и отбора данных, математических расчетов и преобразования в инженерные единицы. ПК можно использовать для упрощения настройки и представления данных.
- Аналоговые сигналы и измерительные датчики можно удалить из среды ПК с высоким уровнем наводки и электрически изолировать их как от ПК, так и от заземления.
- Один ПК можно использовать для мониторинга нескольких приборов и точек измерения, при этом выполняя на нем и другие задачи.

Логическая схема DAQ970A

Как показано ниже, логическая схема для DAQ970A делится на две секции — с заземленным выводом и с плавающим заземлением. Секции изолированы одна от другой для обеспечения точности и повто-

3 Функции прибора

ряемости результатов измерения. Для получения дополнительной информации о заземляющих контурах см. раздел Шум в результате влияния заземляющих контуров.



Схема с заземленным выводом и плавающая схема взаимодействуют через оптически изолированную линию передачи данных. Взаимодействуя с плавающей секцией, секция с заземленным выводом обеспечивает подключение к ПК. Устройство DAQ970A оснащается интерфейсами локальной сети и USB.

Кроме того, секция с заземленным выводом имеет четыре аппаратных линии вывода предупреждений и линии внешнего сигнала запуска. Линии вывода предупреждений можно использовать для запуска внешних индикаторов или звуковых сигналов или отправки в систему управления импульсного сигнала, совместимого с TTL.

В плавающей секции находится основной системный процессор, и она управляет всеми основными функциями прибора. Именно так прибор взаимодействует с подключаемыми модулями, собирает данные о клавиатуре, управляет дисплеем на лицевой панели и внутренним цифровым мультиметром. Кроме того, плавающая секция выполняет масштабирование измерений, осуществляет мониторинг условий предупреждения, преобразует показания преобразователя в инженерные единицы, ставит метки времени на полученные при сборе данных измерения и сохраняет данные в энергонезависимой памяти.

Подключаемые модули

DAQ970A предлагает полный ассортимент подключаемых модулей, которые выполняют высококачественное измерение, а также функции коммутации и контроля. Подключаемые модули взаимодействуют с логической схемой с плавающим заземлением через внутреннюю изолированную цифровую шину. Модули мультиплексора подключаются к внутреннему цифровому мультиметру и через внутреннюю аналоговую шину. Каждый модуль имеет свой собственный микропроцессор для разгрузки процессора базового блока и сокращения сеансов связи с объединительной платой для увеличения пропускной способности. Для получения более подробной информации см. раздел Обзор модулей.

Номер модуля	Стандартное использование
Измерительный в	зход
DAQM900A	Сбор данных и прямое измерение температуры, напряжения, сопротивления,
DAQM901A	частоты и тока (только DAQM901A) с помощью встроенного цифрового мульти-
DAQM902A	— метра.
DAQM907A	Цифровой вход, счетчик событий.
DAQM908A	Сбор данных и прямое измерение температуры, напряжения и сопротивления с помо- щью встроенного цифрового мультиметра.
Разводка сигнало)B
DAQM900A	_
DAQM901A	Мультиплексирование сигналов, передаваемых на внешние приборы или посту- пающих с них.
DAQM902A	_
DAQM904A	32-точечная матричная коммутация.
DAQM905A	Высокочастотные системы (<2 ГГц) с сопротивлением 50 Ом.
DAQM908A	_
Управляющий вы	ход
DAQM903A	Универсальная коммутация и управление с использованием переключателей формы С (однополюсные, двухпозиционные).
DAQM907A	Цифровой вывод, выводы напряжения (ЦАП).

Системные кабели

Подключаемые модули имеют контакты с винтовым креплением, что упрощает подключение системных кабелей. Решающее значение для успешных измерений имеет тип кабелей, которые используются для подключения к модулю источников сигнала, преобразователей и датчиков. Некоторые преобразователи, например термопары, имеют очень специфические требования к типу кабелей, которые могут использоваться для их подключения. При выборе калибра проводов и свойств изоляции следует учитывать среду использования. Как правило, изоляция провода изготавливается из таких материалов, как ПВХ или ПТФЭ. В таблице ниже перечислены некоторые распространенные типы кабелей и описано их стандартное применение.

ПРИМЕЧАНИЕ Для получения более подробного описания изоляции проводов и примеров использования см. раздел Общие рекомендации по подключению приборов.

Тип кабеля	Стандартное использование	Комментарии
Удлинительный провод термопары	Измерения с помощью тер- мопары.	Доступен для термопар конкретного типа. Кроме того, доступен в виде экра- нированного кабеля для дополнительной помехоустойчивости.

3 Функции прибора

Тип кабеля	Стандартное использование	Комментарии
Витая пара, экра- нированная витая пара	Измерительные входы, выводы напряжения, коммутация, счет- чики.	Наиболее часто используемый кабель для низкочастотных измерительных входов. При использовании витой пары умень- шается синфазная наводка. Экра- нированная витая пара обеспечивает дополнительную помехоустойчивость.
Экранированный коак- сиальный, коаксиальный с двойным экраном	Коммутация СВЧ-сигналов.	Наиболее часто используемый кабель для разводки высокочастотных сигналов. Доступны кабели с конкретным значением сопротивления (50 или 75 Ом). Обес- печивает отличную помехоустойчивость. Кабель с двойным экраном улучшает изо- ляцию между каналами. Требуются спе- циальные разъемы.
Плоский кабель, плоская витая пара	Цифровой ввод/вывод (DIO)	Часто используется с разъемами с массо- вой оконцовкой. Такие кабели прак- тически не обеспечивают помехоустойчивости.

Преобразователи и датчики

Преобразователи и датчики преобразуют физическую величину в электрическую. Выполняется измерение электрической величины, и результат преобразуется в инженерные единицы. Например, при измерении с помощью термопары прибор измеряет напряжение постоянного тока и математически преобразует его в соответствующее значение температуры в °C, °F или К.

Измерение	Стандартный тип преоб⊦ разователя	Стандартный вывод преобразователя
Температура	Термопара	0-80 мВ
	Резистивный датчик тем- пературы	2- или 4-проводное сопротивление в диапа- зоне от 5 до 500 Ом
	Термистор	2-проводное сопротивление в диапазоне от 10 Ом до 1 МОм
Давление	Твердотельный	±10 DVC
Поток	Поворотный тип Тепловой тип	4-20 мА
Деформация	Резистивные элементы	4-проводное сопротивление в диапазоне от 10 Ом до 10 кОм
События	Концевые выключатели Оптические счетчики Датчик угла поворота	0 В или последовательность импульсов 5 В
Цифровое	Состояние системы	Уровни, совместимые с TTL

Пределы выдачи предупреждений граничного тестирования

3 Функции прибора

Устройство DAQ970A имеет четыре линии вывода предупреждений, которые можно настроить для оповещения, когда во время сбора данных показание превысит указанные для канала предельные значения. Для любого настроенного канала из списка сбора данных можно установить верхний и/или нижний предел. Любому из четырех доступных предупреждений (обозначены номерами 1–4) можно назначить несколько каналов. Например, прибор можно настроить для активации предупреждения 1, когда в любом из каналов 103, 205 или 320 будет превышено предельное значение.

Кроме того, можно назначить предупреждения каналам многофункционального модуля. Например, предупреждение будет активироваться при обнаружении в цифровом входном канале конкретной комбинации битов или изменений в такой комбинации или при достижении определенного значения в канале счетчика. При использовании для активации предупреждения многофункционального модуля необязательно, чтобы соответствующие каналы находились в списке сбора данных.

Разводка и коммутация сигналов

Возможности коммутации подключаемых модулей, доступных с DAQ970A, обеспечивают гибкость и расширяемость диагностической системы. Можно использовать подключаемые модули коммутации для разводки сигналов, поступающих в диагностическую систему или из нее, или для мультиплексирования сигналов, поступающих во внутренний цифровой мультиметр или внешние приборы.

Реле представляют собой электромеханические устройства, которые могут выйти из строя вследствие износа. Срок службы реле или количество фактических операций до отказа зависит от того, как оно используется (применяемая нагрузка, частота переключения и условия окружающей среды). Система обслуживания реле DAQ970A автоматически подсчитывает общее количество циклов каждого реле и сохраняет его в энергонезависимой памяти каждого модуля коммутатора. Используйте эту функцию для отслеживания сбоев в работе реле и для прогнозирования требований к обслуживанию системы.

Типы коммутационных топологий

Предлагается несколько коммутационных подключаемых модулей, имеющих разные топологии и сферы применения.

Типы коммутационных топо- логий	Подключаемые модули
Мультиплексор	DAQM900A, DAQM901A, DAQM902A, DAQM905A, DAQM908A
Матричная коммутация	DAQM904A
Коммутация на базе одно- полюсных переключателей	DAQM903A

В следующих разделах описывается каждая из этих типов коммутационных топологий.

Мультиплексорная коммутация

Мультиплексоры позволяют последовательно подключать один из нескольких каналов к общему каналу. Простой мультиплексор 4-к-1 показан ниже. При объединении мультиплексора с измерительным устройством, например с внутренним цифровым мультиметром, создается устройство для сбора данных. Подробнее о сборе данных см. в разделе Сбор данных.



Предлагаются мультиплексоры следующих типов:

Тип мультиплексора	Стандартное использование
Однопроводной (несим- метричный)	Для общих измерений LO. Подробнее см. в разделе Однопроводные (несим- метричные) мультиплексоры.
Двухпроводной	Для измерений без заземления. Подробнее см. в разделе <mark>Двухпроводные</mark> мультиплексоры.
Четырехпроводной	Для измерения сопротивления и резистивного датчика температуры. Подроб- нее см. в разделе <mark>Четырехпроводные мультиплексоры</mark> .
Радиочастотный сигнал	Сверхвысокая частота (СВЧ) для переключения частот до 2,8 ГГц. Подробнее см. в разделе Мультиплексирование радиочастотного сигнала.

Матричная коммутация

Матричный коммутатор соединяет несколько входов с несколькими выходами и, следовательно, обеспечивает более широкие возможности коммутации по сравнению с мультиплексором. Использовать матрицы следует только для коммутации низкочастотных сигналов (менее 10 МГц). Матрица представляет собой совокупность строк и столбцов. Например, простую матрицу 3×3 можно использовать для соединения трех источников с тремя контрольными точками, как показано ниже.



Каждый источник сигнала можно подключить к любому из контрольных входов. Матрица гарантирует, что эти соединения не будут создавать опасных или нежелательных условий.

Коммутация на базе однополюсных переключателей

Прибор DAQM903A оснащен 20 однополюсными (перекидными) переключателями. Однополюсные переключатели можно использовать для разводки сигналов, но обычно они используются для управления внешними устройствами.



Измерительный вход

Прибор DAQ970A позволяет объединить цифровой мультиметр (встроенный или внешний) с каналами мультиплексора для сбора данных. Во время сбора данных прибор подключает цифровой мультиметр поочередно к настроенным каналам мультиплексора и выполняет измерение на каждом из каналов.

В сбор данных можно включить все каналы, которые может «считывать» прибор. Такое сканирование включает измерение самых разных показателей на каналах мультиплексора: температуры, напряжения, сопротивления, силы тока, частоты или периода. Операция сбора данных может также включать считывание данных с цифрового порта, считывание через канал распознавания или со счетчика на многофункциональном модуле.

Встроенный цифровой мультиметр

Преобразователь или датчик преобразует измеряемую физическую величину в электрический сигнал, который можно измерить с помощью внутреннего цифрового мультиметра. Встроенный цифровой мультиметр способен выполнять следующие измерения:

- Температура (термопара, резистивный датчик температуры, термистор)
- Напряжение (постоянный и переменный ток до 300 В)
- Сопротивление (2- и 4-проводной метод, до 1 ГОм)
- Ток (постоянный и переменный ток до 1 А)
- Частота и период (до 300 кГц)

Встроенный цифровой мультиметр оснащен универсальным интерфейсом ввода для измерения с помощью преобразователей разного типа, не требующего дополнительной обработки внешнего

3 Функции прибора

сигнала. Встроенный цифровой мультиметр оснащен функциями обработки, усиления (или ослабления) и аналого-цифрового преобразования сигнала с высоким разрешением (до 22 бит). Ниже показана упрощенная схема встроенного цифрового мультиметра.



Обработка сигналов, выбор диапазона и усиление

Аналоговые входные сигналы мультиплексируются во внутреннюю секцию преобразования сигнала цифрового мультиметра. Как правило, эта секция включает схемы коммутации, выбора диапазона и усиления. Если входной сигнал — это напряжение постоянного тока, преобразователь сигнала состоит из аттенюатора для более высоких входных напряжений и усилителя постоянного тока для более низких входных напряжений. Если входной сигнал — это напряжение переменного тока, используется преобразователь для преобразования сигнала переменного тока в его эквивалентное значение постоянного тока (истинное среднеквадратичное значение). Измерения сопротивления выполняются путем подачи известного постоянного тока через неизвестное сопротивление с последующим измерением падения напряжения постоянного тока на резисторе. Схемы коммутация и выбора диапазона сигнала вместе со схемой его усиления преобразуют входной сигнал в напряжение постоянного тока, которое находится в диапазоне измерения аналого-цифрового преобразователя (АЦП) встроенного цифрового мультиметра.

Пользователь может настроить прибор на то, чтобы он автоматически выбирал диапазон измерений, применяя соответствующую функцию, или самостоятельно выбрать для измерений фиксированный диапазон с помощью функции ручного определения диапазона. Автоматическое определение диапазона очень удобно, поскольку при нем прибор автоматически выбирает диапазон для каждого измерения, основываясь на входном сигнале. Для максимальной скорости сбора данных выбирайте диапазон вручную для каждого измерения (для автоматического выбора диапазона требуется дополнительное время, поскольку прибор должен выбрать диапазон).

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП)

На АЦП от схемы преобразования сигнала поступает предварительно настроенное напряжение постоянного тока, которое преобразовывается в цифровые данные для вывода и отображения на лицевой панели. АЦП регулирует некоторые из основных характеристик измерений. К ним относятся разрешение измерений, скорость считывания и возможность подавления паразитных наводок. Существует несколько технологий аналого-цифрового преобразования, но их можно разделить на два типа: с интегратором и без интегратора. Технологии с интегратором измеряют среднее входное значение в течение определенного интервала времени, тем самым отбрасывая многие источники шума. Технологии без интегратора определяют мгновенное входное значение плюс шум в течение очень короткого интервала. Внутренний цифровой мультиметр использует технологию АЦП с интегратором.

Основной процессор

Основной процессор, расположенный в секции логической схемы с плавающим заземлением, управляет обработкой входных сигналов, выбором диапазона и АЦП. Основной процессор отвечает за обмен командами и результатами измерений с секцией логической схемы с заземленным выводом. Основной процессор синхронизирует измерения во время операций сбора данных и управления. В основном процессоре используется многозадачная операционная система, которая управляет различными системными ресурсами и требованиями.

Основной процессор также калибрует результаты измерений, выполняет масштабирование Mx+B, осуществляет мониторинг аварийных ситуаций, преобразует измерения преобразователей в инженерные единицы, задает временные метки для прошедших сбор данных измерений и сохраняет данные в энергонезависимой памяти.

Сбор данных

Прибор позволяет объединить цифровой мультиметр (встроенный или внешний) с каналами мультиплексора для сбора данных. Во время сбора данных прибор подключает цифровой мультиметр поочередно к настроенным каналам мультиплексора и выполняет измерение на каждом из каналов.

Чтобы инициировать сбор данных, список сбора данных необходимо настроить так, чтобы в него были включены все необходимые мультиплексорные или цифровые каналы. Каналы, не включенные в список сбора данных, при выполнении сканирования пропускаются. Прибор автоматически собирает данные по списку каналов в порядке возрастания от слота 1 до слота 3. Измерения осуществляются только во время сбора данных и только с каналов, включенных в список сбора данных.

Во время сбора данных в энергонезависимой памяти можно сохранить до 100 000 показаний. Показания сохраняются только во время сбора данных, и все показания автоматически записываются с временной меткой. Каждый раз в начале нового сбора данных прибор удаляет из памяти все показания предыдущего. Поэтому все показания, хранящиеся в памяти, относятся к последнему сбору данных.

Можно настроить событие или действие, которое управляет началом каждой развертки по списку сбора данных (развертка — один проход по списку сбора данных).

Можно настроить внутренний таймер прибора для автоматического сбора данных с определенным интервалом, как показано ниже. Также в списке сбора данных можно запрограммировать время задержки между каналами.



Сбором данных можно управлять вручную, повторно нажимая [Scan] на лицевой панели.

Можно запустить сбор данных, отправив программную команду из удаленного интерфейса.

Можно начать сбор данных при получении внешнего импульсного сигнала запуска, совместимого с TTL.

Сбор данных можно также запустить, когда на канале, для которого выполняется мониторинг, регистрируется аварийное состояние.

Сбор данных с помощью внешних приборов

Прибор DAQ970A можно использовать для разводки сигналов или управления. Если установлен подключаемый модуль мультиплексора, можно использовать DAQ970A для сбора данных с помощью внешнего прибора. Можно подключить внешний прибор (например, цифровой мультиметр) к контакту COM на мультиплексоре.



Для управления сбором данных с помощью внешнего прибора предусмотрены две линии управления. Когда DAQ970A и внешний прибор настроены правильно, для них можно синхронизировать последовательность сбора данных.



Многофункциональный модуль

Многофункциональный модуль (DAQM907A) вносит в систему две дополнительные возможности ввода измерений: цифровой ввод и счетчик событий.

Многофункциональный модуль также оснащен двойным выводом напряжения (ЦАП). Подробнее см. в разделе Преобразователи и датчики.

Цифровой ввод

Многофункциональный модуль имеет два неизолированных 8-битовых порта ввода-вывода, которые можно использовать для считывания цифровых шаблонов. Можно считывать текущее состояние битов порта или настроить сбор данных, чтобы включить цифровое считывание. Каждый порт имеет отдельный номер канала в модуле и является 8-битовым. Можно объединить два порта для считывания 16-битового сигнала.



Счетчик

Многофункциональный модуль включает 26-битовый счетчик, позволяющий подсчитывать импульсы с частотой 100 кГц. Можно вручную считать значение счетчика или настроить сбор данных для считывания суммы.



Можно настроить счетчик для сбора данных по переднему или по заднему фронту входного сигнала.

Максимальное суммарное число равно 67 108 863 импульсам (2²⁶-1). При достижении максимально допустимого значения счетчик начинает суммирование с 0.

Можно настроить счетчик, чтобы выполнять считывание без влияния на счет, или сбросить счет до нуля без потери данных.

Управляющий выход

Кроме разводки и измерения сигналов прибор DAQ970А можно также использовать для предоставления простых управляющих выходов. Например, можно управлять внешними реле высокой мощности с помощью исполнительного механизма или цифрового выходного канала.

Многофункциональный модуль

Многофункциональный модуль (DAQM907A) добавляет в систему два дополнительных управляющих выхода: *цифровой вывод* и *вывод напряжения (ЦАП)*.

Многофункциональный модуль также предоставляет возможности цифрового ввода и счетчика событий. Подробнее см. в разделе Многофункциональный модуль.

Цифровой вывод

Многофункциональный модуль имеет два неизолированных 8-битовых порта ввода-вывода, которые можно использовать для вывода цифровых шаблонов. Каждый порт имеет отдельный номер канала в модуле и является 8-битовым. Можно объединить два порта для вывода 16-битового слова.



Вывод напряжения (ЦАП)

Многофункциональный модуль имеет два аналоговых порта вывода откалиброванного напряжения в диапазоне ±12 В с 18-битовым разрешением. Каждый канал ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь) может использоваться как программируемый источник напряжения для управления аналоговым входом других устройств. Ниже приведена упрощенная схема.



Можно установить для выходного напряжения любое значение между ±12 В постоянного тока с шагом 100 мкВ. Каждый ЦАП имеет заземленный вывод, который не является плавающим. В режиме выходного напряжения каждый канал ЦАП способен подавать максимальный ток 15 мА. Или можно установить ЦАП в режим постоянного тока, чтобы задать вывод силы тока в диапазоне между ±24 мА с шагом 0,2 мкА.

Каждый канал ЦАП поддерживает максимальный ток 24 мА.

```
ПРИМЕЧАНИЕ Выходной ток
```

Выходной ток необходимо уменьшить до 40 мА для каждого слота (два канала ЦАП).

Исполнительный механизм/переключатель общего назначения

Можно рассматривать исполнительный механизм DAQM903A как управляющий выход, поскольку он часто используется для управления внешними устройствами питания. Исполнительный механизм оснащен 20 независимыми изолированными однополюсными переключателями.



На каждом канале возможна коммутация напряжения до 300 В постоянного или переменного тока. Каждый переключатель поддерживает коммутацию токов до 1 А постоянного или переменного тока с мощностью сигналов до 50 Вт. Например, максимальная сила тока, которую можно переключить при 120 В, составляет 0,45 А, как показано ниже.


При использовании в целях управления исполнительный механизм имеет следующие преимущества.

Более высокое напряжение и номинальная мощность по сравнению с цифровыми выходными каналами. Переключатели исполнительного механизма также могут использоваться для управления устройствами питания.

Однако при использовании с устройствами, рассчитанными на высокий уровень мощности, для обеспечения максимального срока службы реле важно обеспечить защиту переключателя от емкостных и индуктивных нагрузок.

Подробнее об исполнительных механизмах см. в разделе Использование исполнительных механизмов.

Справка по меню лицевой панели

В таблице ниже приведены краткие сведения о кнопках лицевой панели и структуре меню.

Кнопка	Описание
Scan	 Запуск/остановка сбора данных или вывод однократной развертки в режиме ручного запуска. Нажмите один раз для запуска сбора данных; нажмите и удерживайте для остановки сбора данных. Во время сбора данных включается подсветка кнопок. Прибор автоматически последовательно выполняет сбор данных с настроенных каналов, начиная со слота 1 и заканчивая слотом 3. Каналы, не включенные в список сбора данных, будут пропускаться во время развертки.
Monitor	 Мониторинг данных измерений канала, которые помогают в устранении неисправностей прибора и наблюдении за важным сигналом. Отслеживаемые измерения можно просматривать в виде чисел, в виде столбчатого индикатора, временного графика измерений и в формате гистограммы. Если выполняется мониторинг, включается подсветка кнопок. Также будет отображаться индикатор мониторинга, а индикатор выборки будет мигать при выполнении измерений в режиме мониторинга. Чтобы остановить режим мониторинга и вернуться на главную страницу меню, нажмите эту кнопку еще раз на странице меню Monitor.
Â	 Измерение смещения в каналах деформации. Настройка четырех аппаратных линий вывода предупреждений. Отображение сведений о приборе и списка разделов справки на выбранном языке. Настройка различных параметров пользователя.
View	 Просмотр показаний, полученных при сборе данных в памяти. Просмотр очереди предупреждений. Просмотр очереди ошибок. Просмотр числа циклов переключения реле.
Channel	 Обозначение каналов. Замыкание и размыкание переключателей на коммутируемых каналах. Выбор функции измерения. Выбор диапазона измерений или режима его автоматического выбора. Выбор времени интегрирования. Настройка расширенных функций измерений.
Interval	• Настройка действия для запуска развертки или интервала между развертками и количества разверток при сборе данных.
Math	• Настройка масштабирования измерений (mX+b, %, дБм или дБ) на текущем канале.
Сору	• Копирование настроек измерений выбранных каналов в другие каналы.

Кнопка	Описание
Alarm	 Настройка предупреждения на выбранном канале. На этом приборе можно настроить четыре предупреждения.
Utility	 Самопроверка. Калибровка. Автокалибровка. Безопасность прибора (NISPOM). Обновление микропрограммы.
Module	 Обзор списка сбора данных для модуля. Выполнение сброса параметров модуля. Маркировка модулей.
Save Recall Local	 Сохранение и восстановление файлов состояний прибора (с расширением .sta) и файлов настроек (с расширением .prf) Управление файлами. Сохранение показаний из временного графика измерений или гистограммы. Создание снимка и сохранение изображения экрана. Восстановление заводских настроек прибора и предварительная установка системы. Запись данных на диск USB на лицевой панели. Возврат локального управления прибора, когда управление осуществляется удаленно.

Кнопка [Scan]

Нажмите кнопку **[Scan]** на лицевой панели для запуска или остановки сбора данных или для выполнения одной развертки, когда выбран режим ручного запуска.

Нажмите [Scan] однократно, чтобы запустить сбор данных.

Прибор автоматически последовательно выполняет сбор данных с настроенных каналов, начиная со слота 1 и заканчивая слотом 3. Каналы, не включенные в список сбора данных, будут пропускаться во время развертки. Подсветка кнопки **[Scan]** включается во время сбора данных.

Нажмите и удерживайте кнопку **[Scan]** более 2 секунд, чтобы остановить сбор данных. При остановке сбора данных отображается сообщение «Scan stopped».

Выберите [Module] > Scan List для просмотра доступных каналов модуля, которые включены в список сбора данных. См. раздел Меню [Module] для получения дополнительной информации о программной кнопке Scan List. См. раздел Меню [Channel] для получения дополнительной информации о том, как включить канал в список для сканирования (с помощью программной кнопки In Scan). Также см. раздел Меню [Interval] для получения дополнительной информации об использовании кнопки [Scan], когда выбран режим ручного запуска.

Меню [Monitor]

Во время сбора данных можно осуществлять мониторинг данных измерений выбранного канала, нажав кнопку [Monitor]. Если выполняется мониторинг, включается подсветка кнопок. Также будет отображаться индикатор мониторинга, а индикатор выборки будет мигать при выполнении измерений в режиме мониторинга.

Можно просмотреть данные мониторинга для всех каналов в списке сбора данных, кроме вычисляемых каналов (каналы 401–420). Мониторинг вычисляемых каналов доступен только во время сбора данных, при этом отображаются только показания самой последней развертки. Можно также просмотреть данные мониторинга для цифровых каналов ввода-вывода DAQM907A и каналов счетчика, даже если их нет в списке сбора данных.

Измерения во время мониторинга выполняются повторно при бездействии функции сбора данных или между развертками сбора данных. Чтобы отключить режим мониторинга и возвратиться на страницу меню Home, нажмите кнопку **[Monitor]** на странице меню Monitor.

На странице меню Monitor нажмите **Display**, чтобы выбрать режим отображения, как показано ниже.

	Select Display Mode					
Number	Bar Meter	Trend Chart	Histogram			

Числовое отображение

Столбчатая диаграмма

Временной график измерений

Гистограмма

Числовое отображение

Отображение показаний в виде чисел.



Нажмите **Peak**, чтобы включить (On) или отключить (Off) измерение минимального, максимального значения и значения полной амплитуды, полученных в диапазоне измерения. Когда измерение включено, будет отображаться программная кнопка **Clear Peaks**. Нажмите эту программную кнопку, чтобы сбросить показания пиковых значений путем очистки накопленной истории использования функции полной амплитуды. Эта настройка также применима к **столбчатой диаграмме**.

Нажмите Statistics, чтобы выбрать скрытие или отображение статистики измерений для канала мониторинга. Статистика канала мониторинга очищается при включении режима мониторинга или при изменении конфигурации канала мониторинга. Нажмите программную кнопку Clear Mon Data, чтобы очистить статистику, временной график измерений и гистограмму для канала мониторинга. Эта настройка также применима к столбчатой диаграмме, временному графику измерений и гистограмме.

Min:- 0.1	23m -	Average:	+ 0	.004,5m	Max:+	0.150m
Span: 0.2	73m 🛛	Std dev:	0.0	54,9m	Samples	:7,802
Monitor Mer	าน					
Display Number		Peal Off	k On		Clear Mon Dat	Statistics a Hide Show

Столбчатая диаграмма

Столбчатая диаграмма добавляет перемещающуюся строку под стандартным отображением числа.

Mon	itor 🗋	Μ					
101 Armature relay MUX Channel							
+000.012mvdc							
Auto Ioom	v		_		100		
Monitor Men	iu						
Display <mark>Bar</mark>	Scale ↓	Peak Off On			Statistics Hide Show		

Применение программных кнопок Peak и Statistics аналогично их применению на дисплее Number.

Программная кнопка Scale определяет шкалу измерительного прибора.

Select Bar Scale					
Default	Manual	Limits			

- а. При выборе значения Default шкала настраивается в соответствии с диапазоном измерений.
- b. Manual позволяет настроить шкалу, указав значения High, Low или диапазон Span относительно центрального значения Center. Например, шкалу, определенную с помощью нижнего значения Low, равного –500 Ом, и верхнего значения High, равного 1000 Ом, можно также представить как шкалу с центральным значением Center 250 Ом и диапазоном Span 1500 Ом.



с. При выборе Limits шкала ограничена пределами выдачи предупреждений граничного тестирования. Обратите внимание, что эта программная кнопка доступна только при конфигурации предупреждения для выбранного канала с помощью кнопки [Alarm] на лицевой панели.

Временной график измерений

В режиме непрерывного измерения временной график измерений показывает тенденции данных с течением времени. Данные собираются и отображаются в пиксельных графах, как описано ниже.



Применение программной кнопки Statistics аналогично ее применению на дисплее Number.

Программная кнопка **Recent/All** определяет, все ли измерения (**All**) отображаются на временном графике измерений или только самые последние (**Recent**). При выборе любого параметра память для показаний остается без изменений. В режиме All на временном графике измерений отображаются все получаемые показания, график строится слева направо. По мере заполнения дисплея данные смещаются в его левую часть, а новые данные добавляются в правую часть. В режиме Recent на временном графике измерений отображаются данные, полученные в течение определенного промежутка времени.

Программная кнопка Vertical Scale определяет текущее масштабирование по вертикали.



- а. При выборе значения **Default** будет установлен масштаб для диапазона измерений.
- b. Auto автоматически настраивает масштабирование в соответствии с линией, которая отображается на данный момент на экране.
- с. Manual позволяет установить для параметра масштабирования значение High, Low или Span относительно значения Center. Например, масштаб для параметра Low со значением 0 В и параметра High со значением 5 В является равнозначным масштабу для параметра Center со значением 2,5 В и параметра Span со значением 5 В.



d. При выборе Limits шкала ограничена пределами выдачи предупреждений граничного тестирования. Обратите внимание, что эта программная кнопка доступна только при конфигурации предупреждения для выбранного канала с помощью кнопки [Alarm] на лицевой панели.

Нажмите программную кнопку Autoscale Once, чтобы автоматически масштабировать вертикальную ось временного графика измерений один раз в соответствии со полученными показаниями в памяти, отображаемыми на экране. При этом для режима вертикального масштаба задается значение Manual.

Гистограмма

На гистограмме отображаются данные измерений в виде графического представления с распределением. Данные группируются в интервалы, представленные на гистограмме в виде столбцов.



Применение программной кнопки Statistics аналогично ее применению на дисплее Number.

Нажмите программную кнопку **Cursors**, чтобы отобразить курсоры на гистограмме. Курсоры на гистограмме определены как номера столбцов и отображают диапазон значений, охватываемых этими столбцами, количество и процент от общего количества. Также отображается общее количество, процент от общего количества и измерения между столбцами курсоров.

На рисунке ниже курсор В1 (фиолетовые вертикальные линии) располагается в столбце с номером 30, а курсор В2 (зеленые вертикальные линии) располагается в столбце с номером 50 (номер столбца, отображаемый над программной кнопкой В2). Информация о столбце для курсора В1 отображается в фиолетовом поле, информация о столбце для курсора В2 — в зеленом поле. Например, информация в поле В1 приведена на рисунке ниже.



- 0.310m to 0.300m диапазон значений измерений напряжения постоянного тока для этого столбца.
- #153 число выборок в этом столбце.
- 0.698% процент от общего числа выборок в этом столбце.

Данные между курсорами B1 и B2, включая данные в столбцах B1 и B2, отображаются справа от фиолетовых и зеленых столбцов. На рисунке выше

- Span: 0.210m диапазон измерений от курсора В1 до курсора В2.
- #6776 число выборок от курсора В1 до курсора В2.
- 30.9% процент от общего количества выборок от курсора В1 до курсора В2.

Меню [Ноте]

На странице меню Home можно просмотреть параметры текущей операции сбора данных: число разверток, источник запуска, время следующей развертки, дату и время начала сбора данных, функцию измерения выбранного канала, а также узнать, записываются ли данные на USB-носитель. Эта страница меню Home отображается при отключении режима мониторинга прибора.

Home			
Next Sweep:	Stopped	Start Time: 2018–04–15 17:55:28	
Interval: Count: Log to USB:	<u>Scan List</u> 00:00:00 1 No	CH 101 Armature relay MUX. DC Volts	
Home Menu			
	Strain ↓ Offset	Alarm Out Help User ↓ ↓ ↓Settings	

Измерения смещения в каналах деформации

Настройка четырех линий вывода предупреждений

Отображение информации о приборе и разделов справки

Настройка различных параметров пользователя

Смещение деформации

ПРИМЕЧАНИЕ Эта программная кнопка доступна только после настройки канала измерений деформации путем нажатия [Channel] > Measure и выбора STRAIN для модулей мультиплексора DAQM900A, DAQM901A, DAQM902A и DAQM908A. Для получения подробной информации см. раздел Деформация.

Смещение деформации часто называют значением при отсутствии деформации. Можно выбрать один или несколько каналов для измерения значения смещения. Это значение смещения будет автоматически использоваться в формуле деформации при вычислении результата измерения.

Uns	strained	Μ			
Check		Channel		Offset	Units
	101 Armature rel	lay MUX Channi	el	+0.000 000	VDC
	102 Armature rel	lay MUX Chann	el	+0.000 000	VDC
	103 Armature rel	lay MUX Chann	el	+0.000 000	VDC
	104 Armature rel	lay MUX Chann	el	+0.000 000	VDC
				Curr	ent Page: 1/1
	Select	Select All			Done ↑

Настройка смещения деформации

 Нажмите программную кнопку Select и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы включить измерение смещения деформации на выделенном канале. Выбранный в настоящий момент канал имеет отметку «Х». Нажмите эту программную кнопку еще раз, чтобы отключить измерение смещения на выделенном канале. Нажмите эту программную кнопку, чтобы включить программные кнопки Measure Now и Clear Offsets.

Uns	trained		
Check	Channel	Offset	Units
[X]	101 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
	102 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
[X]	103 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
	104 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC

2. Нажмите Select All, чтобы включить измерение смещения на всех перечисленных каналах. Нажмите эту программную кнопку еще раз, чтобы отключить измерение смещения на всех перечисленных каналах.

Uns	strained		
Check	Channel	Offset	Units
[X]	101 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
[X]	102 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
[X]	103 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
[X]	104 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC

3. Нажмите **Measure Now** для мгновенного измерения значения смещения на выбранных каналах. Показания смещения будут отображаться на экране, как показано ниже.

Uns	trained		
Check	Channel	Offset	Units
[X]	101 Armature relay MUX Channel	+827.0444	mVDC
[X]	102 Armature relay MUX Channel	+826.7458	mVDC
[X]	103 Armature relay MUX Channel	+825.8469	mVDC
[X]	104 Armature relay MUX Channel	+822.6777	mVDC

4. Нажмите программную кнопку Clear Offsets, если требуется мгновенно сбросить значение смещения деформации до 0 на выбранных каналах.

Вывод предупреждений

Настраивает четыре аппаратные линии вывода предупреждений. С помощью разъема Ext Trig/Alarms на задней панели осуществляется вывод TTL-совместимых сигналов предупреждений. Эти аппаратные линии вывода предупреждений можно использовать для запуска внешних индикаторов или звуковых сигналов или отправки в систему управления импульсного сигнала, совместимого с TTL. Можно назначить предупреждение для любого настроенного канала, а также назначить несколько каналов для одного и того же номера предупреждения. При этом каждая линия вывода предупреждения анализирует все каналы, назначенные для этого номера предупреждения, и выдает сигнал по принципу логического «ИЛИ» (на линии появляется импульсный сигнал при наличии предупреждения на любом из связанных каналов).



Clear	Clear	Mode	Out Alarm	Done
1	All	Latch	Neg Pos	Ϋ́

Clear — удаляет состояние заданной линии вывода предупреждения (предупреждения от 1 до 4).

Clear All — удаляет состояние всех четырех линий вывода предупреждений.

Mode — выбирает режим вывода для всех четырех линий вывода предупреждения.

а. Latch — сигнал предупреждения выдается при превышении установленного ограничения для канала и сохраняется до тех пор, пока не будет выполнен сброс вручную, запущен новый сбор

данных или отключено питание.

b. **Track** — сигнал предупреждения выдается при превышении установленного ограничения для канала, и сохраняется, только если последующие значения по-прежнему превышают установленное ограничение. Когда показание возвращается в допустимый диапазон, вывод предупреждения автоматически отменяется.

Out Alarm — выполняет настройку уровня для всех четырех линий вывода предупреждений, используемых для выдачи предупреждения: 0 В (совместимый с TTL сигнал низкого уровня) или 3,3 В (совместимый с TTL сигнал высокого уровня). Нажмите эту программную кнопку для управления наклоном импульсного сигнала, выдаваемого через линию вывода предупреждения.

Справка

Отображает информацию о приборе и список разделов справки на выбранном языке. Для получения подробной информации см. раздел Использование встроенной справочной системы.

Настройки пользователя

Настройка параметров пользователя, которые определяют, каким образом пользователь взаимодействует с прибором. Эти настройки сохраняются в энергонезависимой памяти, а также могут сохраняться в файле настроек (.prf).

I/0 ↓	Power On ↓	Display VOptions	DMM Off <mark>On</mark>	Done ↑	More
Language English	Date / ↓ Time	Number ↓ Format	Sounds ↓	Done ↑	More {{2 of 2
Ввод-вывод	1				
Включение г	питания				
Параметры ,	цисплея				
Включение/и	выключение	цифрового м	иультиметра		
Язык					
Дата/время					
Формат пред	цставления ч	исел			
Звуки					
Ввод-вывод	h				
Настройка п	араметров ве	зода-вывода	для удаленны	ых операций	й по интерфейс



SCPI ID определяет производителя и номер модели, возвращаемые после отправки запроса идентификации (команды *IDN?). Информация о серийном номере и версии остается без изменений. Используйте этот параметр, чтобы избежать изменения существующего кода тестовой системы, где подтверждены номер изготовителя или модели, и обеспечить максимальную обратную совместимость с Keysight 34970A и 34972A.



Настройки по умолчанию возвращают «**Keysight Technologies**», затем номер модели «**DAQ970A»**. Для получения дополнительной информации см. команды подсистемы *IDN? и SYSTem:PERSona в руководстве по программированию Keysight DAQ970A.

Важно! Чтобы обновить микропрограмму в дистанционном режиме, номер модели в ответе на запрос *IDN? должен совпадать с номером модели прибора. Если изменить номер в ответе на запрос *IDN?, то при попытке обновить микропрограмму отобразится следующее сообщение об ошибке: «The instrument is not supported by this firmware file». Выполните обновление на лицевой панели. Или в дистанционном режиме введите команду SYSTem:PERSona:MODel, чтобы задать в ответе на запрос *IDN? соответствующий номер модели, выполните обновление, а затем снова введите команду SYSTem:PERSona:MODel, чтобы задать в *IDN? соответствующий номер модели.

См. ссылки ниже для получения информации об оставшихся настройках программных кнопок.

- Включение/выключение LAN
- Настройки локальной сети
- Сброс настроек локальной сети
- Настройки USB

Включение питания

Конфигурация состояния при включении прибора и сообщения при включении питания.



Power On выбирает состояние, которое загружается при включении питания. Это может быть состояние при выключении питания прибора с использованием переключателя питания (Last), файл состояния, заданный пользователем (User Defined), или состояние по умолчанию, заданное на заводе (Factory Defaults).

Power on Message задает сообщение, которое отображается при включении питания прибора или при нажатии [Home] > Help >About. Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели и

кнопку [Select] для выбора букв. Затем нажмите **Done**, чтобы выйти и сохранить сообщение. Сообщение отобразится, как показано ниже, при включении прибора или нажатии [Home] > Help > About.



Параметры дисплея

Display Options позволяет выполнить настройку дисплея.



Можно включить или отключить дисплей, отрегулировать яркость (от 10 до 100%), выбрать цветовую схему и включить или отключить экранную заставку. Если дисплей выключен, нажмите любую кнопку на лицевой панели, чтобы включить его снова. По умолчанию экранная заставка продлевает срок службы дисплея, уменьшая его яркость во время длительного бездействия. Эту экранную заставку можно отключить только с использованием элементов управления лицевой панели. Дисплей включается при включении питания, после сброса настроек прибора (*RST) или при возвращении к выполнению локальных операций (лицевая панель). Нажмите кнопку **[Local]** (кнопку [Save Recall]) для возврата к выполнению локальных операций.

Включение/выключение цифрового мультиметра

Включает или выключает встроенный цифровой мультиметр. **В —** отображается, когда внутренний цифровой мультиметр выключен.

Язык

Выбор языка для интерфейса лицевой панели.

Все сообщения, контекстная справка и разделы справки будут отображаться на выбранном языке. Надписи к программным кнопкам меню не переведены.

Дата/время

Установка даты и времени часов реального времени в 24-часовом формате. При изменении часовых поясов или использовании декретного времени часы реального времени не выполняют автоматическую настройку времени. Дату и время следует установить при первом включении прибора. Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для выбора года, месяца, дня, часов и минут.

2 018		
Year Month Day Hour M	Ainute Done	

Формат представления чисел

Number Format определяет формат отображения чисел на лицевой панели: 12,345.6 или 12.345,6. Существуют также другие возможности. Например, можно использовать в качестве разделителя пробел.

Decimal Pt	Separator		Done
Period	Space		↑

Звуки

Включение или отключение сигнала, который звучит при возникновении ошибки на лицевой панели или удаленном интерфейсе (**Beeper**), или сигнала при нажатии кнопок (**Key Click**).



Меню [View]

Нажмите [View] на лицевой панели для просмотра полученных показаний в памяти, очереди предупреждений, списка ошибок и количества циклов реле в режиме сбора данных или мониторинга на выбранном канале.

View Menu			Curre	ent Page: 1/1
Display List	Browse ↓	Alarms	Errors	Relay Cycles

Просмотр полученных показаний в памяти (список, временной график измерений, гистограмма, статистика)

На странице меню View нажмите **Display**, чтобы выбрать режим отображения, как показано ниже.

List	Trend Chart	Histogram	Statistics	

Список

Временной	график	измерений
-----------	--------	-----------

Гистограмма

Статистика

Список

Отображение полученных показаний в памяти в формате списка. Нажмите **Browse**, чтобы отобразить показания, начиная с начала сбора данных **(First Page**) или с последней развертки (**Last Sweep**). Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для просмотра списка на последовательных страницах. Для перемещения или возвращения показателей на последнюю/первую страницу используйте кнопки со стрелками вправо/влево.

Scan M	lemory	М		
Date	Time	Channel	Reading	
16/4/2018	14:25:05.753	101 Armature relay	248.04	μVDC 📕
16/4/2018	14:25:05.805	102 Armature relay	-1.80	mVDC
16/4/2018	14:25:05.858	103 Armature relay	-1.81	mVDC
16/4/2018	14:25:05.910	104 Armature relay	-1.10	mVDC
16/4/2018	14:25:05.978	101 Armature relay	212.45	μVDC
16/4/2018	14:25:06.031	102 Armature relay	-1.07	mVDC
16/4/2018	14:25:06.083	103 Armature relay	-1.57	mVDC
16/4/2018	14:25:06.135	104 Armature relay	-1.22	mVDC
			Current Pa	age: 1/114
		First Page	Last Sweep ↑	Done

Временной график измерений

Отображение полученных показаний из памяти в формате временного графика измерений. Чтобы настроить временной график измерений, нажмите **Settings**. Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для просмотра настроек разных настроенных каналов. Программные кнопки **Vertical Scale** и **Autoscale Once** имеют те же функции, что и на экране [Monitor] > Display > Trend Chart.

Нажмите Advanced, чтобы открыть расширенные настройки.

Pan — выбор показания из памяти для отображения в центре экрана. Чтобы увеличить номер показания, используйте ручку или кнопки со стрелками вверх/вправо (при этом данные графика сместятся влево). Чтобы уменьшить — используйте ручку или кнопки со стрелками вниз/влево (при этом данные графика сместятся вправо).

Чтобы переместить курсор на один пиксель, нажмите и отпустите кнопку со стрелкой. Для перемещения курсора с шагом в 20 пикселей нажмите и удерживайте кнопку со стрелкой. Количество показаний, отображаемых в одном пикселе, зависит от процента масштабирования.



Zoom — выбор процента масштабирования по горизонтальной оси. Нажмите Zoom и используйте ручку или кнопки со стрелками вверх/вниз, чтобы выбрать масштаб в процентах. 100% — это максимальный масштаб (в одном пикселе — одно показание). Ширина дисплея составляет 400 пикселей. Можно выбрать следующие проценты масштабирования: 0,02%, 0,05%, 0,1%, 0,2%, 0,5%, 1%, 2%, 5%, 10%, 20%, 50%, 100%, 200%, 500% или 1000%.

Совет. Установите масштаб 1000%, чтобы просматривать показания по одному. После выбора нужного показания можно уменьшить масштаб, например, для просмотра окружающего сигнала.

Cursors — управление указателями X1, X2, Y1, Y2 и отслеживающими указателями (отображаются в виде линий) на временном графике измерений.

Указатели X представляют собой вертикальные линии вдоль выборки или оси времени. Чтобы переместить указатель вправо, используйте кнопки со стрелками вверх или вправо; влево — кнопки со стрелками вниз или влево. Чтобы переместить курсор на один пиксель, нажмите и отпустите кнопку со стрелкой. Чтобы переместить курсор с шагом в 10 пикселей, удерживайте кнопку со стрелкой. Указатели Y представляют собой горизонтальные линии вдоль оси измерений (амплитуды) в выбранных единицах измерения (DCV или DCI). Используйте кнопки со стрелками влево или вправо для выбора значения амплитуды, отображаемого над программной кнопкой Y1 или Y2. Затем можно использовать кнопки со стрелками вверх или вниз для увеличения/уменьшения значения и перемещения курсора вверх или вниз на эту величину. Курсоры X1 и Y1 отображаются фиолетовым цветом; курсоры X2 и Y2 отображаются зеленым цветом.

Нажмите Cursors > Cursors для отображения возможных вариантов выбора.



Off — выключение отображения курсоров.

X Only — отображение только курсоров X1 и X2. В этом режиме доступны следующие программные кнопки.

- X1 Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для управления курсором X1.
- X2 Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для управления курсором X2.
- ΔX Lock когда задано значение On, сохраняется фиксированное расстояние между курсорами X при их перемещении.

Y Only — отображение только курсоров Y1 и Y2. В этом режиме доступны следующие программные кнопки.

- Y1 Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для управления курсором Y1.
- Y2 Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для управления курсором Y2.
- ΔY Lock когда задано значение On, сохраняется фиксированное расстояние между курсорами X при их перемещении.
- Place Yn on Screen нажмите Y1 или Y2, а затем эту программную кнопку, чтобы задать для курсора значение, которое выводит его на временном графике измерений.

X and Y — отображение курсоров X1, X2, Y1 и Y2. В этом режиме доступны следующие программные кнопки.

- X1 Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для управления курсором X1.
- X2 Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для управления курсором X2.
- Y1 Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для управления курсором Y1.

• Y2 — Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для управления курсором Y2.

Track Rdng at X — выберите два показания по номеру, используя программные кнопки X1 и X2 для отображения значений X (время) и Y (амплитуда) для каждого показания и значения дельты X и дельты Y.



- (1) Курсор Ү1 отслеживает положение курсора Х1.
- (2) Курсор Ү2 отслеживает положение курсора Х2.
- (3) Информация о времени и амплитуде для курсора, ΔX , ΔY .
- (4) Нажмите Х1 или Х2 для отображения номера показания.

Эти программные кнопки доступны для режима Track Rdng at X.

- X1 Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для управления курсором X1.
- X2 Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для управления курсором X2.
- ΔX Lock когда задано значение On, сохраняется фиксированное расстояние между курсорами X при их перемещении.

Совет. Для записи данных X и Y и данных дельты X и Y в виде снимка экрана сделайте снимок экрана веб-интерфейса пользователя, а не снимок экрана утилиты на лицевой панели.

Нажмите Reset Pan, чтобы задать для отображения (центральное показание) значение «О».

Гистограмма

Отображение полученных показаний в памяти в формате гистограммы. Нажмите Settings для конфигурации гистограммы. Применение программной кнопки Cursors аналогично ее применению на дисплее [Monitor] > Display > Histogram. Нажмите Refresh для повторного вычисления гистограммы, включая новые показания.



Статистика

Отображение полученных показаний в памяти для выбранного канала в формате статистики (максимальное значение, минимальное значение, полная амплитуда, среднее значение и стандартное отклонение). При переключении между настройками **Statistics** поочередно отображается статистика для каждого канала, а при переключении между настройками **Pk Times** отображается время появления показаний минимального и максимального пика для канала.



Просмотр очереди предупреждений

На странице меню View нажмите **Alarms**, чтобы отобразить первые 20 предупреждений, включая показания и временную метку, в очереди предупреждений. Эта очередь предупреждений доступна для просмотра, только если предел выдачи предупреждений граничного тестирования настраивается для выбранного канала с помощью кнопки **[Alarm]** на лицевой панели. Отобразится индикатор предупреждения **Alarm H1234U**, как показано ниже. В представленной ниже очереди предупреждений для канала 102 настроено предупреждение 1 с нижним пределом. Подробнее см. в разделе Меню Alarm.

Ala	arms		M ALARM 1	L		
Channel	Alarm	Limit	Reading	Unit	Date	Time
102	1	Low	-1.41621935E-04	VDC	18/4/2018	20:54:32.714
102	1	Low	-1.38771104E-03	VDC	18/4/2018	20:54:35.578
102	1	Low	-9.38015413E-03	VDC	18/4/2018	20:54:35.730
102	1	Low	+3.06395378E-03	VDC	18/4/2018	20:54:35.842
102	1	Low	-7.09742005E-03	VDC	18/4/2018	20:54:35.954
102	1	Low	-1.30701412E-03	VDC	18/4/2018	20:54:36.065
102	1	Low	-2.84301436E-03	VDC	18/4/2018	20:54:36.186
102	1	Low	+7.47653462E-04	VDC	18/4/2018	20:54:36.298

Просмотр очереди ошибок

На странице меню View нажмите **Errors**, чтобы отобразить до 20 ошибок в списке ошибок. Показания сигнализатора ошибок **ERR** удаляются по мере прочтения.

Если горит индикатор ошибок на лицевой панели (ERR), значит, обнаружена одна или несколько ошибок синтаксиса команд, выполнения или аппаратных ошибок. В списке ошибок прибора можно сохранить не более 20 ошибок.

Ошибки извлекаются в порядке поступления. Первой полученной ошибкой является ошибка, которая была сохранена первой. Ошибки удаляются по мере прочтения. Когда пользователь прочтет все ошибки из очереди, сигнализатор ERR выключается и ошибки удаляются. Каждый раз при возникновении ошибки прибор издает звуковой сигнал.

Если произошло более 20 ошибок, ошибка, сохраненная в списке последней (последняя возникшая ошибка), будет заменена записью «Error queue overflow». Сохранение последующих ошибок будет невозможно, пока в очереди не будут удалены лишние ошибки. Если на момент чтения ошибок из очереди не произошло ни одной ошибки, появится сообщение «No error».

Просмотр количества циклов переключения реле

На странице меню View нажмите **Relay Cycles**, чтобы отобразить количество циклов переключения для всех реле выбранного модуля. Каждый модуль подсчитывает количество замыканий на каждом реле и сохраняет результаты в своей энергонезависимой памяти. Ниже показано количество циклов переключения для всех реле на модуле мультиплексора DAQM901A.

Relay Cycles	
Channel	User Cycles
101 Armature relay MUX Channel	3011
102 Armature relay MUX Channel	2413
103 Armature relay MUX Channel	1123
104 Armature relay MUX Channel	1101
105 Armature relay MUX Channel	1061
106 Armature relay MUX Channel	1047
107 Armature relay MUX Channel	793
108 Armature relay MUX Channel	225

Обзор меню [Channel]

Обзор меню [Channel]

Измерения с помощью модулей мультиплексора

Многофункциональный модуль DAQM907A

Вычисляемый канал

Сбор данных с помощью внешних приборов

Обозначение каналов

Измерения с помощью модулей мультиплексора

Прибор Keysight DAQ970A поддерживает много общих функций измерения с модулем мультиплексора. Когда на задней панели установлен любой модуль мультиплексора, нажмите **[Module]** и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы перейти к необходимому модулю мультиплексора.

Можно настроить функцию измерения на выбранном канале, нажав кнопки [Channel] > Measure. При выборе Off отключается функция измерения в текущем выбранном канале. В списке для сканирования выбранного канала не будет отображаться ни одной функции измерения. В качестве функции измерения по умолчанию будет установлено напряжение постоянного тока.

В таблице ниже показан обзор каждого поддерживаемого модуля мультиплексора для функции измерения. Щелкните каждую ссылку для просмотра подробных сведений для каждого шага настройки.

Функция		Модуль мультипл	1ексора DAQ970A	
измерения	DAQM900A	DAQM901A	DAQM902A	DAQM908A
Температура — тер- мопара	V	V	V	
Температура — рези- стивный датчик тем- пературы		V	V	√ ^[2]
Температура — тер- мистор		V	V	v [2]
Деформация — мост	V	V	V	V
Деформация — линей- ная		V	V	v [2]
Напряжение постоянного тока	V	V	V	V
Напряжение пере- менного тока	V	V	V	V
Постоянный ток		v ^[1]		
Переменный ток		v ^[1]		
Сопротивление	V	V	V	v ^[2]
Частота	V	V	V	V
Период	V	V	V	V
Диод		V	V	V
Емкость		V	V	V

Примечания:

[1] Только канал 21 и 22.

[2] Только 2-проводные измерения. 4-проводные измерения не поддерживаются на модуле мультиплексора

DAQM908A.

Обзор меню [Channel]

Температура

В этом разделе описано, как настроить выбранный канал для измерения температуры, используя лицевую панель. Для измерения температуры необходим пробник преобразователя температуры. Поддерживаются пробники, указанные ниже.

Термопара

2- или 4-проводной термистор

2- или 4-проводной резистивный датчик температуры

Термопара

1. Подключите термопару к контактам с винтовым креплением на модуле.



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню TEMP.



- Нажмите программную кнопку Units, чтобы указать единицы измерения температуры: °С (по Цельсию), °F (по Фаренгейту) или К (по Кельвину). На разных каналах одного модуля прибора можно использовать разные единицы измерения температуры.
- Нажмите Sensor Settings > Sensor, укажите тип используемого пробника преобразователя TCouple — и нажмите программируемую кнопку Type, чтобы выбрать тип термопары. Поддерживаются следующие типы: J (по умолчанию), K, E, T, N, R, B и S.



5. Нажмите программную кнопку Integrate Settings, чтобы выбрать единицы для указания времени интегрирования измерений — периоды линии питания (NPLC) или непосредственно секунды (Time). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодах линии питания. При выборе 100 периодов линии питания задается наилучшее отклонение помех и разрешение, однако скорость измерения будет наименьшей.



NPLC — задание времени интегрирования как 0,02, 0,06, 0,2, 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодов линии питания (PLC). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1 периоде и более длительных периодах. При выборе 100 или 200 периодов линии питания достигается наилучшее отклонение помех и разрешение.

Time — время интегрирования задается непосредственно в секундах.

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.

Auto	Zero	Reference	Open Check	Delay	Done
Off	On	Internal	Off On	Auto Time	↑

Auto Zero — автообнуление обеспечивает наиболее точные измерения, однако для выполнения нулевого измерения требуется дополнительное время. Если функция автоматического обнуления включена (On), после каждого измерения прибор автоматически измеряет величину смещения. Затем он вычитает результат измерения из предшествующего показания. Благодаря этому напряжение смещения нуля на выходе, имеющее место во входной цепи прибора, не влияет на точность измерений. Если функция автоматического обнуления отключена (Off), прибор однократно измеряет смещение и вычитает полученное значение из всех последующих измерений. При каждом изменении функции, диапазона или времени интегрирования прибор выполняет новое измерение смещения. (Для измерений 4проводным методом настройка автоматического обнуления отсутствует).

Reference — для измерений с помощью термопары необходимо задать температуру опорного спая. Можно ввести известную постоянную температуру опорного спая (обычно используется для внешних опорных спаев), использовать в качестве температуры опорного спая температуру, измеренную модулем, или использовать показания внешнего термистора или резистивного датчика температуры. Выберите источник опорного спая — Internal, External или Fixed.

Open Check — включение (On) или отключение (Off) функции проверки термопары с целью убедиться, что термопары правильно подключены для выполнения измерений. Если проверка включена, при каждом измерении температуры прибор выполняет измерение сопротивления, что позволяет обнаружить наличие разомкнутых контуров. При обнаружении разомкнутого контура в результате проверки отобразится сообщение «+Overload». Если эта проверка не выполняется, измеренное напряжение в разомкнутом контуре может оказаться близким к нулю, результатом чего станет неверное значение температуры.

Обзор меню [Channel]

Delay — позволяет указать способ выбора задержки между каналами в списке сбора данных: автоматически или вручную. При выборе **Auto** прибор автоматически определяет задержку канала на основе данных функции измерения, диапазона, времени интегрирования и настройки фильтра переменного тока. При выборе **Time** указанное время задержки (в секундах) вставляется между замыканием реле и текущим измерением на каждом канале — в дополнение к любой задержке, которая может иметь место и зависит от времени стабилизации реле.

2- и 4-проводной термистор

1. Подключите термистор к контактам с винтовым креплением на модуле.

2-проводной термистор



4-проводной термистор



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню TEMP.



 Нажмите программную кнопку Units, чтобы указать единицы измерения температуры: °С (по Цельсию), °F (по Фаренгейту) или К (по Кельвину). На разных каналах одного модуля прибора можно использовать разные единицы измерения температуры. Нажмите Sensor Settings > Sensor, укажите тип используемого пробника преобразователя — 2wire Therm или 4-wire Therm — и нажмите программную кнопку Type, чтобы выбрать тип термистора. Поддерживаются следующие типы: 2,2 кОм, 5 кОм (по умолчанию) и 10 кОм.

Sensor	2-Wire	Туре	Use as ref	Done
Therm	4-Wire	5K	Off On 🛧	

- 5. Нажмите Use as ref, чтобы включить (On) или отключить (Off) использование выбранного в настоящий момент канала в качестве опорного канала для последующих измерений с помощью термопары, при которых указывается внешний источник опорного сигнала.
- 6. Нажмите программную кнопку Integrate Settings, чтобы выбрать единицы для указания времени интегрирования измерений периоды линии питания (NPLC) или непосредственно секунды (Time). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодах линии питания. При выборе 100 периодов линии питания задается наилучшее отклонение помех и разрешение, однако скорость измерения будет наименьшей.



NPLC — задание времени интегрирования как 0,02, 0,06, 0,2, 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодов линии питания (PLC). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1 периоде и более длительных периодах. При выборе 100 или 200 периодов линии питания достигается наилучшее отклонение помех и разрешение.

Time — время интегрирования задается непосредственно в секундах.

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.

Auto Zero		Low P	ower	Delay	Done
Off On		Off	On	Auto Time	Δ.

Auto Zero — автообнуление обеспечивает наиболее точные измерения, однако для выполнения нулевого измерения требуется дополнительное время. Если функция автоматического обнуления включена (On), после каждого измерения прибор автоматически измеряет величину смещения. Затем он вычитает результат измерения из предшествующего показания. Благодаря этому напряжение смещения нуля на выходе, имеющее место во входной цепи прибора, не влияет на точность измерений. Если функция автоматического обнуления отключена (Off), прибор однократно измеряет смещение и вычитает полученное значение из всех последующих измерений. При каждом изменении функции, диапазона или времени интегрирования прибор выполняет новое измерение смещения. (Для измерений 4проводным методом настройка автоматического обнуления отсутствует).

Low Power — выбор измерения сопротивления низкой мощности. Для этого требуется меньшая сила тока, поэтому при тестировании сопротивления уменьшается мощность рассеяния и саморазогрев.

Обзор меню [Channel]

Обычно для стандартных измерений сопротивления используется 1/10 от величины тока. Приблизительная сила тока для каждого диапазона измерений показана в нижней части программных кнопок для диапазона значений сопротивления, например: (~ 1 мА).

Delay — позволяет указать способ выбора задержки между каналами в списке сбора данных: автоматически или вручную. При выборе **Auto** прибор автоматически определяет задержку канала на основе данных функции измерения, диапазона, времени интегрирования и настройки фильтра переменного тока. При выборе **Time** указанное время задержки (в секундах) вставляется между замыканием реле и текущим измерением на каждом канале — в дополнение к любой задержке, которая может иметь место и зависит от времени стабилизации реле.

2- и 4-проводной резистивный датчик температуры

1. Подключите резистивный датчик температуры к контактам с винтовым креплением на модуле.

2-проводной резистивный датчик температуры



4-проводной резистивный датчик температуры



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню TEMP.



- Нажмите программную кнопку Units, чтобы указать единицы измерения температуры: °С (по Цельсию), °F (по Фаренгейту) или К (по Кельвину). На разных каналах одного модуля прибора можно использовать разные единицы измерения температуры.
- Нажмите Sensor Settings > Sensor, укажите тип используемого пробника преобразователя: 2wire RTD или 4-wire RTD. Затем выберите номинальное сопротивление R₀ — PT100 (100 Oм) или PT1000 (1000 Oм). R₀ — номинальное сопротивление резистивного датчика температуры при 0 °C.

100.000 0 Ω						
Sensor	2-Wire	PT100		Use as ref	Done	
RTD	4-Wire	PT1000		<mark>Off</mark> On	↑	

- 5. Нажмите Use as ref, чтобы включить (On) или отключить (Off) использование выбранного в настоящий момент канала в качестве опорного канала для последующих измерений с помощью термопары, при которых указывается внешний источник опорного сигнала.
- 6. Нажмите программную кнопку Integrate Settings, чтобы выбрать единицы для указания времени интегрирования измерений периоды линии питания (NPLC) или непосредственно секунды (Time). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодах линии питания. При выборе 100 периодов линии питания задается наилучшее отклонение помех и разрешение, однако скорость измерения будет наименьшей..



NPLC — задание времени интегрирования как 0,02, 0,06, 0,2, 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодов линии питания (PLC). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1 периоде и более длительных периодах. При выборе 100 или 200 периодов линии питания достигается наилучшее отклонение помех и разрешение.

Time — время интегрирования задается непосредственно в секундах.

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.



Обзор меню [Channel]

Auto Zero — автообнуление обеспечивает наиболее точные измерения, однако для выполнения нулевого измерения требуется дополнительное время. Если функция автоматического обнуления включена (On), после каждого измерения прибор автоматически измеряет величину смещения. Затем он вычитает результат измерения из предшествующего показания. Благодаря этому напряжение смещения нуля на выходе, имеющее место во входной цепи прибора, не влияет на точность измерений. Если функция автоматического обнуления отключена (Off), прибор однократно измеряет смещение и вычитает полученное значение из всех последующих измерений. При каждом изменении функции, диапазона или времени интегрирования прибор выполняет новое измерение смещения. (Для измерений 4проводным методом настройка автоматического обнуления отсутствует).

Offset Compensation — компенсация смещения исключает влияние малого напряжения постоянного тока в измеряемых цепях. В этом случае учитывается разница между двумя измерениями сопротивления, одно из которых выполняется при нормальном значении тока, а второе — при более низком значении.

Low Power — выбор измерения сопротивления низкой мощности. Для этого требуется меньшая сила тока, поэтому при тестировании сопротивления уменьшается мощность рассеяния и саморазогрев. Обычно для стандартных измерений сопротивления используется 1/10 от величины тока. Приблизительная сила тока для каждого диапазона измерений показана в нижней части программных кнопок для диапазона значений сопротивления, например: (~ 1 мА).

Delay — позволяет указать способ выбора задержки между каналами в списке сбора данных: автоматически или вручную. При выборе **Auto** прибор автоматически определяет задержку канала на основе данных функции измерения, диапазона, времени интегрирования и настройки фильтра переменного тока. При выборе **Time** указанное время задержки (в секундах) вставляется между замыканием реле и текущим измерением на каждом канале — в дополнение к любой задержке, которая может иметь место и зависит от времени стабилизации реле.

Деформация

В этом разделе описано, как настроить выбранный канал для измерения деформаций, используя лицевую панель. При приложении силы тело деформируется. Изменение формы тела на единицу длины называется деформацией (ε). Выделяют два типа деформации: деформация растяжения (+) и деформация сжатия (-).

Прибор DAQ970A поддерживает два типа измерений деформации:

Конфигурация моста

Прямой однорезисторный метод

После настройки функции измерения деформации на всех каналах деформации нажмите [Home] > Strain Offset, чтобы измерить или указать значение смещения без деформации, которое будет вычитаться из измеренных значений деформации перед выполнением преобразования деформации.

Смещение деформации

Конфигурация моста

Полный мост и полумост в схеме измерения напряжения изгиба

Полный мост и полумост в схеме Пуассона

Полный мост в схеме Пуассона для измерения напряжения изгиба

Схема измерения «четверть моста»

Полный мост и полумост в схеме измерения напряжения изгиба

В этом разделе описан способ настройки выбранного канала для измерений с помощью тензодатчиков, установленных в мост или полумост, с лицевой панели.

1. Подключите источник конфигурации моста к винтовым зажимам модуля.



Полный мост

Полумост



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню STRAIN.

Channel	Measure	Range	Sense	Gage	More
↓ Label	STRAIN	Auto	↓Settings	↓Settings	≫ 1 of 2

3. Нажмите Range и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте диапазон измерений. Функция автоматического определения диапазона Auto автоматически выбирает диапазон для измерения на основе входного сигнала. Автоматическая настройка диапазона удобна, однако в этом случае измерения выполняются медленнее, чем при настройке диапазона вручную. При использовании автонастройки диапазона верхняя граница поднимается до 120% от текущего диапазона, а нижняя опускается на 10% от текущего диапазона.

Select Strain Voltage Range							
Auto	100mV	1V	10V	100V	300V		

4. Нажмите Sense Settings > Sense, укажите метод измерения деформации как полный мост или полумост в схемах измерения напряжения изгиба.

	Full			
Sense Bridge	Config 🗇	Туре 🗇	1	Done
		Bending		

5. Нажмите Gage Settings и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте необходимые настройки тензодатчика.



Gage Factor — коэффициент тензодатчика представляет собой отношение относительного изменения сопротивления к относительному изменению длины (деформации) вдоль оси тензодатчика. Чем выше значение, тем выше чувствительность тензодатчика. Коэффициент тензодатчика не имеет единиц измерения. Обычно значение составляет приблизительно 2.

Для преобразований тензометрического моста требуется напряжение внешнего возбуждения моста. Для этого можно выделить канал мультиплексора, по которому будет измеряться напряжение возбуждения, или указать известное фиксированное значение напряжения. Fixed (**Fix**) — фиксированное значение указывается с помощью программной кнопки Excitation Voltage и используется для преобразования деформации. External (**Ext**) — измерения напряжения постоянного тока на активном эталонном канале будут использоваться для последовательных измерений тензометрического моста, по которым указывается внешний источник напряжения возбуждения. Внешний эталонный канал напряжения постоянного тока должен быть с меньшим номером, чем канал деформации.

Excitation Voltage — Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для задания фиксированного напряжения возбуждения, поступающего на мост с внешнего источника напряжения. Это значение будет использоваться для преобразования измерений тензометрического моста на выбранном канале.

6. Нажмите программную кнопку Integrate Settings, чтобы выбрать единицы для указания времени интегрирования измерений — периоды линии питания (NPLC) или непосредственно секунды (Time). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодах линии питания. При выборе 100 периодов линии питания задается наилучшее отклонение помех и разрешение, однако скорость измерения будет наименьшей..



NPLC — задание времени интегрирования как 0,02, 0,06, 0,2, 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодов линии питания (PLC). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1 периоде и более длительных периодах. При выборе 100 или 200 периодов линии питания достигается наилучшее отклонение помех и разрешение.

Time — время интегрирования задается непосредственно в секундах.

Расширенные настройки

Обзор меню [Channel]

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.

Auto Zero		Delay	Done
Off <mark>On</mark>		Auto Time	↑

Auto Zero — автообнуление обеспечивает наиболее точные измерения, однако для выполнения нулевого измерения требуется дополнительное время. Если функция автоматического обнуления включена (On), после каждого измерения прибор автоматически измеряет величину смещения. Затем он вычитает результат измерения из предшествующего показания. Благодаря этому напряжение смещения нуля на выходе, имеющее место во входной цепи прибора, не влияет на точность измерений. Если функция автоматического обнуления отключена (Off), прибор однократно измеряет смещение и вычитает полученное значение из всех последующих измерений. При каждом изменении функции, диапазона или времени интегрирования прибор выполняет новое измерение смещения. (Для измерений 4проводным методом настройка автоматического обнуления отсутствует).

Delay — позволяет указать способ выбора задержки между каналами в списке сбора данных: автоматически или вручную. При выборе **Auto** прибор автоматически определяет задержку канала на основе данных функции измерения, диапазона, времени интегрирования и настройки фильтра переменного тока. При выборе **Time** указанное время задержки (в секундах) вставляется между замыканием реле и текущим измерением на каждом канале — в дополнение к любой задержке, которая может иметь место и зависит от времени стабилизации реле.

Полный мост и полумост в схеме Пуассона

В этом разделе описан способ настройки выбранного канала для измерений в схеме Пуассона с помощью тензодатчиков, установленных в мост или полумост, с лицевой панели.

1. Подключите источник конфигурации моста к винтовым зажимам модуля.



Полный мост

Полумост


2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню STRAIN.



3. Нажмите Range и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте диапазон измерений. Функция автоматического определения диапазона Auto автоматически выбирает диапазон для измерения на основе входного сигнала. Автоматическая настройка диапазона удобна, однако в этом случае измерения выполняются медленнее, чем при настройке диапазона вручную. При использовании автонастройки диапазона верхняя граница поднимается до 120% от текущего диапазона, а нижняя опускается на 10% от текущего диапазона.

Select Strain Voltage Range							
Auto	100mV	1V	10V	100V	300V		

4. Нажмите Sense Settings > Sense, укажите метод измерения деформации как полный мост или полумост в схемах Пуассона.

	Full			
Sense Bridge	Config 🔶	Туре 🔶		Done 1
	(Poisson		
Sense Bridge	Config 🔶	Туре 🗇		Done ↑

5. Нажмите Gage Settings и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте необходимые настройки тензодатчика.

2.0 <mark>0</mark> 0				
Gage	Poisson	Excitation	Excitation	Done
Sactor	_全 Ratio	Fix Ext	_© Voltage	↑

Gage Factor — коэффициент тензодатчика представляет собой отношение относительного изменения сопротивления к относительному изменению длины (деформации) вдоль оси тензодатчика. Чем выше значение, тем выше чувствительность тензодатчика. Коэффициент тензодатчика не имеет единиц измерения. Обычно значение составляет приблизительно 2.

Poisson Ratio — задание коэффициента Пуассона тензодатчика. Коэффициент Пуассона определяется как отрицательное отношение деформации в поперечном направлении к деформации в продольном направлении.

Для преобразований тензометрического моста требуется напряжение внешнего возбуждения моста. Для этого можно выделить канал мультиплексора, по которому будет измеряться напряжение возбуждения, или указать известное фиксированное значение напряжения. Fixed (Fix) — фиксированное значение указывается с помощью программной кнопки Excitation Voltage и используется для преобразования деформации. External (Ext) — измерения напряжения постоянного тока на активном эталонном канале будут использоваться для последовательных измерений тензометрического моста, по которым указывается внешний источник напряжения возбуждения. Внешний эталонный канал напряжения постоянного тока должен быть с меньшим номером, чем канал деформации.

Excitation Voltage — Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для задания фиксированного напряжения возбуждения, поступающего на мост с внешнего источника напряжения. Это значение будет использоваться для преобразования измерений тензометрического моста на выбранном канале.

6. Нажмите программную кнопку Integrate Settings, чтобы выбрать единицы для указания времени интегрирования измерений — периоды линии питания (NPLC) или непосредственно секунды (Time). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодах линии питания. При выборе 100 периодов линии питания задается наилучшее отклонение помех и разрешение, однако скорость измерения будет наименьшей..



NPLC — задание времени интегрирования как 0,02, 0,06, 0,2, 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодов линии питания (PLC). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1 периоде и более длительных периодах. При выборе 100 или 200 периодов линии питания достигается наилучшее отклонение помех и разрешение.

Time — время интегрирования задается непосредственно в секундах.

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.



Auto Zero — автообнуление обеспечивает наиболее точные измерения, однако для выполнения нулевого измерения требуется дополнительное время. Если функция автоматического обнуления включена (On), после каждого измерения прибор автоматически измеряет величину смещения. Затем он вычитает результат измерения из предшествующего показания. Благодаря этому напряжение смещения нуля на выходе, имеющее место во входной цепи прибора, не влияет на точность измерений. Если функция автоматического обнуления отключена (Off), прибор однократно измеряет смещение и вычитает полученное значение из всех последующих измерений. При каждом изменении функции, диапазона или времени интегрирования прибор выполняет новое измерение смещения. (Для измерений 4проводным методом настройка автоматического обнуления отсутствует).

Delay — позволяет указать способ выбора задержки между каналами в списке сбора данных: автоматически или вручную. При выборе **Auto** прибор автоматически определяет задержку канала на основе данных функции измерения, диапазона, времени интегрирования и настройки фильтра переменного тока. При выборе **Time** указанное время задержки (в секундах) вставляется между замыканием реле и текущим измерением на каждом канале — в дополнение к любой задержке, которая может иметь место и зависит от времени стабилизации реле.

Полный мост в схеме Пуассона для измерения напряжения изгиба

В этом разделе описан способ настройки выбранного канала для измерений в схеме Пуассона с помощью тензодатчиков, установленных в мост, с лицевой панели.

1. Подключите источник конфигурации моста к винтовым зажимам модуля.

Полный мост



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню STRAIN.

Channel Label	Measure	Range	Sense Settings	Gage Settings	More
V	OTRAIN	Auto	↓ oottingo	↓ oottingo	» I UI 2

3. Нажмите Range и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте диапазон измерений. Функция автоматического определения диапазона Auto автоматически выбирает диапазон для измерения на основе входного сигнала. Автоматическая настройка диапазона удобна, однако в этом случае измерения выполняются медленнее, чем при настройке диапазона вручную. При использовании автонастройки диапазона верхняя граница поднимается до 120% от текущего диапазона, а нижняя опускается на 10% от текущего диапазона.



4. Нажмите Sense Settings > Sense, укажите метод измерения деформации как полный мост в схеме Пуассона.



5. Нажмите Gage Settings и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте необходимые настройки тензодатчика.

2.0 <mark>0</mark> 0				
Gage	Poisson	Excitation	Excitation	Done
Stactor	₍ Ratio	Fix Ext	ØVoltage	1

Gage Factor — коэффициент тензодатчика представляет собой отношение относительного изменения сопротивления к относительному изменению длины (деформации) вдоль оси тензодатчика. Чем выше значение, тем выше чувствительность тензодатчика. Коэффициент тензодатчика не имеет единиц измерения. Обычно значение составляет приблизительно 2.

Poisson Ratio — задание коэффициента Пуассона тензодатчика. Коэффициент Пуассона определяется как отрицательное отношение деформации в поперечном направлении к деформации в продольном направлении.

Для преобразований тензометрического моста требуется напряжение внешнего возбуждения моста. Для этого можно выделить канал мультиплексора, по которому будет измеряться напряжение возбуждения, или указать известное фиксированное значение напряжения. Fixed (Fix) — фиксированное значение указывается с помощью программной кнопки Excitation Voltage и используется для преобразования деформации. External (Ext) — измерения напряжения постоянного тока на активном эталонном канале будут использоваться для последовательных измерений тензометрического моста, по которым указывается внешний источник напряжения возбуждения. Внешний эталонный канал напряжения постоянного тока должен быть с меньшим номером, чем канал деформации.

Excitation Voltage — Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для задания фиксированного напряжения возбуждения, поступающего на мост с внешнего источника напряжения. Это значение будет использоваться для преобразования измерений тензометрического моста на выбранном канале.

6. Нажмите программную кнопку Integrate Settings, чтобы выбрать единицы для указания времени интегрирования измерений — периоды линии питания (NPLC) или непосредственно секунды (Time). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодах линии питания. При выборе 100 периодов линии питания задается наилучшее отклонение помех и разрешение, однако скорость измерения будет наименьшей..



NPLC — задание времени интегрирования как 0,02, 0,06, 0,2, 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодов линии питания (PLC). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1 периоде и более длительных периодах. При выборе 100 или 200 периодов линии питания достигается наилучшее отклонение помех и разрешение.

Time — время интегрирования задается непосредственно в секундах.

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.

Auto Zero		Delay	Done
Off On		Auto Time	1

Auto Zero — автообнуление обеспечивает наиболее точные измерения, однако для выполнения нулевого измерения требуется дополнительное время. Если функция автоматического обнуления включена (On), после каждого измерения прибор автоматически измеряет величину смещения. Затем он вычитает результат измерения из предшествующего показания. Благодаря этому напряжение смещения нуля на выходе, имеющее место во входной цепи прибора, не влияет на точность измерений. Если функция автоматического обнуления отключена (Off), прибор однократно измеряет смещение и вычитает полученное значение из всех последующих измерений. При каждом изменении функции, диапазона или времени интегрирования прибор выполняет новое измерение смещения. (Для измерений 4проводным методом настройка автоматического обнуления отсутствует).

Delay — позволяет указать способ выбора задержки между каналами в списке сбора данных: автоматически или вручную. При выборе **Auto** прибор автоматически определяет задержку канала на основе данных функции измерения, диапазона, времени интегрирования и настройки фильтра переменного тока. При выборе **Time** указанное время задержки (в секундах) вставляется между замыканием реле и текущим измерением на каждом канале — в дополнение к любой задержке, которая может иметь место и зависит от времени стабилизации реле.

Схема четверти моста

В этом разделе описано, как настроить выбранный канал для измерений в цепи четверти моста с помощью тензодатчика, используя лицевую панель.

1. Подключите источник конфигурации моста к винтовым зажимам модуля.



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню STRAIN.



3. Нажмите Range и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте диапазон измерений. Функция автоматического определения диапазона Auto автоматически выбирает диапазон для измерения на основе входного сигнала. Автоматическая настройка диапазона удобна, однако в этом случае измерения выполняются медленнее, чем при настройке диапазона вручную. При использовании автонастройки диапазона верхняя граница поднимается до 120% от текущего диапазона, а нижняя опускается на 10% от текущего диапазона.

Select Strain Voltage Range							
Auto	100mV	1V	10V	100V	300V		

4. Нажмите Sense Settings > Sense и в качестве метода измерения деформации укажите схему измерения «четверть моста».



5. Нажмите Gage Settings и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте необходимые настройки тензодатчика.



Gage Factor — коэффициент тензодатчика представляет собой отношение относительного изменения сопротивления к относительному изменению длины (деформации) вдоль оси тензодатчика. Чем выше значение, тем выше чувствительность тензодатчика. Коэффициент тензодатчика не имеет единиц измерения. Обычно значение составляет приблизительно 2.

Для преобразований тензометрического моста требуется напряжение внешнего возбуждения моста. Для этого можно выделить канал мультиплексора, по которому будет измеряться напряжение возбуждения, или указать известное фиксированное значение напряжения. Fixed (**Fix**) — фиксированное значение указывается с помощью программной кнопки Excitation Voltage и используется для преобразования деформации. External (**Ext**) — измерения напряжения постоянного тока на активном эталонном канале будут использоваться для последовательных измерений тензометрического моста, по которым указывается внешний источник напряжения возбуждения. Внешний эталонный канал напряжения постоянного тока должен быть с меньшим номером, чем канал деформации.

Excitation Voltage — Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для задания фиксированного напряжения возбуждения, поступающего на мост с внешнего источника напряжения. Это значение будет использоваться для преобразования измерений тензометрического моста на выбранном канале.

6. Нажмите программную кнопку Integrate Settings, чтобы выбрать единицы для указания времени интегрирования измерений — периоды линии питания (NPLC) или непосредственно секунды (Time). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодах линии питания. При выборе 100 периодов линии питания задается наилучшее отклонение помех и разрешение, однако скорость измерения будет наименьшей..



NPLC — задание времени интегрирования как 0,02, 0,06, 0,2, 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодов линии питания (PLC). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1 периоде и более длительных периодах. При выборе 100 или 200 периодов линии питания достигается наилучшее отклонение помех и разрешение.

Time — время интегрирования задается непосредственно в секундах.

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.



Auto Zero — автообнуление обеспечивает наиболее точные измерения, однако для выполнения нулевого измерения требуется дополнительное время. Если функция автоматического обнуления включена (On), после каждого измерения прибор автоматически измеряет величину смещения. Затем он вычитает результат измерения из предшествующего показания. Благодаря этому напряжение смещения нуля на выходе, имеющее место во входной цепи прибора, не влияет на точность измерений. Если функция автоматического обнуления отключена (Off), прибор однократно измеряет смещение и вычитает полученное значение из всех последующих измерений. При каждом изменении функции, диапазона или времени интегрирования прибор выполняет новое измерение смещения. (Для измерений 4проводным методом настройка автоматического обнуления отсутствует).

Delay — позволяет указать способ выбора задержки между каналами в списке сбора данных: автоматически или вручную. При выборе **Auto** прибор автоматически определяет задержку канала на основе данных функции измерения, диапазона, времени интегрирования и настройки фильтра переменного тока. При выборе **Time** указанное время задержки (в секундах) вставляется между замыканием реле и текущим измерением на каждом канале — в дополнение к любой задержке, которая может иметь место и зависит от времени стабилизации реле.

Прямой однорезисторный метод

В этом разделе описано, как настроить выбранный канал для прямых 2-и 4-проводных измерений с помощью тензодатчика, используя лицевую панель. Для прямых 2-и 4-проводных измерений сопротивления используются аналогичные настройки, ниже описаны настройки для 2-проводных измерений сопротивления.

1. Подключите источник прямого сопротивления к контактам с винтовым креплением на модуле.



Деформация при прямом 2-проводном измерении:

Деформация при прямом 4-проводном измерении:

Обзор меню [Channel]



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню STRAIN.

Channel	Measure	Range	Sense	Gage	More
👃 Label	STRAIN	Auto	↓Settings	👃 Settings	>> 1 of 2

3. Нажмите Sense Settings > Sense и в качестве метода измерения деформации укажите прямое 2или 4-проводное измерение.



4. Нажмите Gage Settings и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте необходимые настройки тензодатчика.



Gage Factor — коэффициент тензодатчика представляет собой отношение относительного изменения сопротивления к относительному изменению длины (деформации) вдоль оси тензодатчика. Чем выше значение, тем выше чувствительность тензодатчика. Коэффициент тензодатчика не имеет единиц измерения. Обычно значение составляет приблизительно 2.

Gage Ohms — сопротивление тензодатчика для преобразования измерений линейной деформации на выбранном канале.

5. Нажмите программную кнопку Integrate Settings, чтобы выбрать единицы для указания времени интегрирования измерений — периоды линии питания (NPLC) или непосредственно секунды (Time). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодах линии питания. При выборе 100 периодов линии питания задается наилучшее отклонение помех и разрешение, однако скорость измерения будет наименьшей..



NPLC — задание времени интегрирования как 0,02, 0,06, 0,2, 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодов линии питания (PLC). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1 периоде и более длительных периодах. При выборе 100 или 200 периодов линии питания достигается наилучшее отклонение помех и разрешение.

Time — время интегрирования задается непосредственно в секундах.

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.



Auto Zero — автообнуление обеспечивает наиболее точные измерения, однако для выполнения нулевого измерения требуется дополнительное время. Если функция автоматического обнуления включена (On), после каждого измерения прибор автоматически измеряет величину смещения. Затем он вычитает результат измерения из предшествующего показания. Благодаря этому напряжение смещения нуля на выходе, имеющее место во входной цепи прибора, не влияет на точность измерений. Если функция автоматического обнуления отключена (Off), прибор однократно измеряет смещение и вычитает полученное значение из всех последующих измерений. При каждом изменении функции, диапазона или времени интегрирования прибор выполняет новое измерение смещения. (Для измерений 4проводным методом настройка автоматического обнуления отсутствует).

Offset Compensation — компенсация смещения исключает влияние малого напряжения постоянного тока в измеряемых цепях. В этом случае учитывается разница между двумя измерениями сопротивления, одно из которых выполняется при нормальном значении тока, а второе — при более низком значении.

Напряжение постоянного тока

В этом разделе описано, как настроить выбранный канал для измерения напряжения постоянного тока, используя лицевую панель.

1. Подключите источник напряжения к контактам с винтовым креплением на модуле.



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню DCV.

Channel Me	asure Range	Integrate	Advanced
_J Label [DCV Auto	USettings	↓

3. Нажмите Range и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте диапазон измерений. Функция автоматического определения диапазона Auto автоматически выбирает диапазон для измерения на основе входного сигнала. Автоматическая настройка диапазона удобна, однако в этом случае измерения выполняются медленнее, чем при настройке диапазона вручную. При использовании автонастройки диапазона верхняя граница поднимается до 120% от текущего диапазона, а нижняя опускается на 10% от текущего диапазона.

Select DC Voltage Range							
Auto	100mV	1V	10V	100V	300V		

 Нажмите программную кнопку Integrate Settings, чтобы выбрать единицы для указания времени интегрирования измерений — периоды линии питания (NPLC) или непосредственно секунды (Time). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодах линии питания. При выборе 100 периодов линии питания задается наилучшее отклонение помех и разрешение, однако скорость измерения будет наименьшей..



NPLC — задание времени интегрирования как 0,02, 0,06, 0,2, 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодов линии питания (PLC). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1 периоде и более длительных периодах. При выборе 100 или 200 периодов линии питания достигается наилучшее отклонение помех и разрешение.

Time — время интегрирования задается непосредственно в секундах.

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.

Auto Zero	Input Z		Delay	Done
Off <mark>On</mark>	10M Auto		Auto Time	^

Auto Zero — автообнуление обеспечивает наиболее точные измерения, однако для выполнения нулевого измерения требуется дополнительное время. Если функция автоматического обнуления включена (On), после каждого измерения прибор автоматически измеряет величину смещения. Затем он вычитает результат измерения из предшествующего показания. Благодаря этому напряжение смещения нуля на выходе, имеющее место во входной цепи прибора, не влияет на точность измерений. Если функция автоматического обнуления отключена (Off), прибор однократно измеряет смещение и вычитает полученное значение из всех последующих измерений. При каждом изменении функции, диапазона или времени интегрирования прибор выполняет новое измерение смещения. (Для измерений 4проводным методом настройка автоматического обнуления отсутствует).

Input Z — задает входное сопротивление контакта для измерения. Доступны значения: 10 МОм (10 М) или высокое сопротивление (Auto). В режиме Auto для диапазонов 100 мВ, 1 В и 10 В выбирается высокое значение сопротивления (> 10 ГОм), а для диапазонов 100 В и 300 В — 10 МОм. В большинстве ситуаций 10 МОм является достаточно высоким значением, чтобы не создавать нагрузку в большинстве цепей, но достаточно низким, чтобы показания подходили для цепей с высоким сопротивлением. Кроме того, это приводит к показаниям с меньшим шумом, чем при высоком сопротивлении, которое предназначено для ситуаций, когда нагрузка 10 МОм является значительной.

Delay — позволяет указать способ выбора задержки между каналами в списке сбора данных: автоматически или вручную. При выборе **Auto** прибор автоматически определяет задержку канала на основе данных функции измерения, диапазона, времени интегрирования и настройки фильтра переменного тока. При выборе **Time** указанное время задержки (в секундах) вставляется между замы-

канием реле и текущим измерением на каждом канале — в дополнение к любой задержке, которая может иметь место и зависит от времени стабилизации реле.

Напряжение переменного тока

В этом разделе описано, как настроить выбранный канал для измерения напряжения переменного тока, используя лицевую панель.

1. Подключите источник напряжения переменного тока к контактам с винтовым креплением на модуле.



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню ACV.



3. Нажмите Range и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте диапазон измерений. Функция автоматического определения диапазона Auto автоматически выбирает диапазон для измерения на основе входного сигнала. Автоматическая настройка диапазона удобна, однако в этом случае измерения выполняются медленнее, чем при настройке диапазона вручную. При использовании автонастройки диапазона верхняя граница поднимается до 120% от текущего диапазона, а нижняя опускается на 10% от текущего диапазона.

Select AC Voltage Range						
Auto	100mV	1V	10V	100V	300V	

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.



AC Filter — задает фильтр переменного тока, который необходимо использовать. Данный прибор использует три различных фильтра переменного тока, которые позволяют либо оптимизировать точность на низких частотах, либо добиться более быстрой стабилизации переменного тока после измерения величины амплитуды входного сигнала.

Эти три фильтра настроены на частоту **3 Гц, 20 Гц** и **200 Гц**. Как правило, следует выбрать фильтр с максимальной частотой, которая была бы меньше частоты измеряемого сигнала, поскольку фильтры с более высокой частотой позволяют выполнять измерения быстрее. Например, при измерении сигнала в диапазоне от 20 до 200 Гц следует использовать фильтр 20 Гц.

Если скорость измерения не так важна, то при выборе фильтра с пониженной частотой измерения могут выполняться с меньшими помехами в зависимости от измеряемого сигнала.

Select AC Filter					
>3Hz	>20Hz	>200Hz			

Постоянный ток

В этом разделе описано, как настроить выбранный канал для измерения постоянного тока, используя лицевую панель.

1. Подключите источник постоянного тока к контактам с винтовым креплением на модуле.



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню DCI.



3. Нажмите Range и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте диапазон измерений. Функция автоматического определения диапазона Auto автоматически выбирает диапазон для измерения на основе входного сигнала. Автоматическая настройка диапазона удобна, однако в этом случае измерения выполняются медленнее, чем при настройке диапазона вручную. При использовании автонастройки диапазона верхняя граница поднимается до 120% от текущего диапазона, а нижняя опускается на 10% от текущего диапазона.

DC Current Range						
Auto	1μΑ	10μΑ	100µA	1mA	More	

 Нажмите программную кнопку Integrate Settings, чтобы выбрать единицы для указания времени интегрирования измерений — периоды линии питания (NPLC) или непосредственно секунды (Time). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодах линии питания. При выборе 100 периодов линии питания задается наилучшее отклонение помех и разрешение, однако скорость измерения будет наименьшей..



NPLC — задание времени интегрирования как 0,02, 0,06, 0,2, 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодов линии питания (PLC). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1 периоде и более длительных периодах. При выборе 100 или 200 периодов линии питания достигается наилучшее отклонение помех и разрешение.

Time — время интегрирования задается непосредственно в секундах.

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.



Auto Zero — автообнуление обеспечивает наиболее точные измерения, однако для выполнения нулевого измерения требуется дополнительное время. Если функция автоматического обнуления включена (On), после каждого измерения прибор автоматически измеряет величину смещения. Затем он вычитает результат измерения из предшествующего показания. Благодаря этому напряжение смещения нуля на выходе, имеющее место во входной цепи прибора, не влияет на точность измерений. Если функция автоматического обнуления отключена (Off), прибор однократно измеряет смещение и вычитает полученное значение из всех последующих измерений. При каждом изменении функции, диапазона или времени интегрирования прибор выполняет новое измерение смещения. (Для измерений 4проводным методом настройка автоматического обнуления отсутствует).

Сопротивление

В этом разделе описано, как настроить выбранный канал для измерений 2- и 4-проводным методом, используя лицевую панель. Для 2- и 4-проводных измерений сопротивления используются аналогичные настройки, ниже описаны настройки для 2-проводных измерений.

1. Подключите источник сопротивления к контактам с винтовым креплением на модуле.

2-проводное сопротивление (Ом)



4-проводное сопротивление (Ом)



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню OHMS или OHMS 4W.

Channel Mea	sure Range	Integrate	Advanced
_↓ Label <mark>O</mark> H	MS Auto	_U Settings	↓

3. Нажмите Range и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте диапазон измерений. Функция автоматического определения диапазона Auto автоматически выбирает диапазон для измерения на основе входного сигнала. Автоматическая настройка диапазона удобна, однако в этом случае измерения выполняются медленнее, чем при настройке диапазона вручную. При использовании автонастройки диапазона верхняя граница поднимается до 120% от текущего диапазона, а нижняя опускается на 10% от текущего диапазона.



 Нажмите программную кнопку Integrate Settings, чтобы выбрать единицы для указания времени интегрирования измерений — периоды линии питания (NPLC) или непосредственно секунды (Time). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодах линии питания. При выборе 100 периодов линии питания задается наилучшее отклонение помех и разрешение, однако скорость измерения будет наименьшей..



NPLC — задание времени интегрирования как 0,02, 0,06, 0,2, 1, 2, 10, 20, 100 и 200 периодов линии питания (PLC). Подавление синфазного сигнала (помех на частоте линии) обеспечивается только при 1 периоде и более длительных периодах. При выборе 100 или 200 периодов линии питания достигается наилучшее отклонение помех и разрешение.

Time — время интегрирования задается непосредственно в секундах.

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.

Auto Zero OffstComp Low Power Delay Done Off On Off On Off On Auto Time

Auto Zero — автообнуление обеспечивает наиболее точные измерения, однако для выполнения нулевого измерения требуется дополнительное время. Если функция автоматического обнуления включена (On), после каждого измерения прибор автоматически измеряет величину смещения. Затем он вычитает результат измерения из предшествующего показания. Благодаря этому напряжение смещения нуля на выходе, имеющее место во входной цепи прибора, не влияет на точность измерений. Если функция автоматического обнуления отключена (Off), прибор однократно измеряет смещение и вычитает полученное значение из всех последующих измерений. При каждом изменении функции, диапазона или времени интегрирования прибор выполняет новое измерение смещения. (Для измерений 4проводным методом настройка автоматического обнуления отсутствует). Offset Compensation — компенсация смещения исключает влияние малого напряжения постоянного тока в измеряемых цепях. В этом случае учитывается разница между двумя измерениями сопротивления, одно из которых выполняется при нормальном значении тока, а второе — при более низком значении.

Low Power — выбор измерения сопротивления низкой мощности. Для этого требуется меньшая сила тока, поэтому при тестировании сопротивления уменьшается мощность рассеяния и саморазогрев. Обычно для стандартных измерений сопротивления используется 1/10 от величины тока. Приблизительная сила тока для каждого диапазона измерений показана в нижней части программных кнопок для диапазона значений сопротивления, например: (~ 1 мА).

Частота и период

В этом разделе описано, как настроить выбранный канал для измерения частоты и периода, используя лицевую панель.

1. Подключите источник переменного тока к контактам с винтовым креплением на модуле.



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню FREQ или PERIOD.

Channel	Measure	Range	Gate Time	Advanced
👃 Label	FREQ	Auto	100ms	↓

3. Нажмите Range и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте диапазон измерений. Функция автоматического определения диапазона Auto автоматически выбирает диапазон для измерения на основе входного сигнала. Автоматическая настройка диапазона удобна, однако в этом случае измерения выполняются медленнее, чем при настройке диапазона вручную. При использовании автонастройки диапазона верхняя граница поднимается до 120% от текущего диапазона, а нижняя опускается на 10% от текущего диапазона.

Select Frequency Voltage Range						
Auto	100mV	1V	10V	100V	300V	

4. Нажмите **Gate Time** и выберите апертуру измерений (время интеграции): 1 мс, 10 мс, 100 мс или 1 с.



Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.

AC Filter		Delay	Done
>20Hz		Auto Time	1

AC Filter — задает фильтр переменного тока, который необходимо использовать. Данный прибор использует три различных фильтра переменного тока, которые позволяют либо оптимизировать точность на низких частотах, либо добиться более быстрой стабилизации переменного тока после измерения величины амплитуды входного сигнала.

Эти три фильтра настроены на частоту **3 Гц, 20 Гц** и **200 Гц**. Как правило, следует выбрать фильтр с максимальной частотой, которая была бы меньше частоты измеряемого сигнала, поскольку фильтры с более высокой частотой позволяют выполнять измерения быстрее. Например, при измерении сигнала в диапазоне от 20 до 200 Гц следует использовать фильтр 20 Гц.

Если скорость измерения не так важна, то при выборе фильтра с пониженной частотой измерения могут выполняться с меньшими помехами в зависимости от измеряемого сигнала.

Диод

В этом разделе описано, как настроить выбранный канал для тестирования диода, используя лицевую панель.

1. Подключите диодный источник к контактам с винтовым креплением на модуле.



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню DIODE.

Channel	Measure		Advanced
↓ Labei	DIODE		→

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.



Емкость

В этом разделе описано, как настроить выбранный канал для измерения емкостного сопротивления, используя лицевую панель.

1. Подключите источник емкостного сопротивления к контактам с винтовым креплением на модуле.



2. Нажмите [Channel] > Measure и выберите пункт меню CAP.



3. Нажмите Range и с помощью ручки или кнопок со стрелками на передней панели задайте диапазон измерений. Функция автоматического определения диапазона Auto автоматически выбирает диапазон для измерения на основе входного сигнала. Автоматическая настройка диапазона удобна, однако в этом случае измерения выполняются медленнее, чем при настройке диапазона вручную. При использовании автонастройки диапазона верхняя граница поднимается до 120% от текущего диапазона, а нижняя опускается на 10% от текущего диапазона.

Capacitance Range						
Auto	1nF	10nF	100nF	1µF	More >> 1 of 2	

Расширенные настройки

Нажмите кнопку Advanced, чтобы задать дополнительные параметры измерений.



Обзор многофункционального модуля DAQM907A

В многофункциональном модуле DAQM907A доступно всего 7 каналов.

Номер канала	Обозначение канала
01	8-битовый канал цифрового ввода/вывода
02	8-битовый канал цифрового ввода/вывода
03	Канал счетчика
04	Канал выхода ЦАП
05	Канал выхода ЦАП
06	Канал датчика выхода ЦАП
07	Канал датчика выхода ЦАП

Каналы цифрового ввода/вывода (каналы 01 и 02)

Многофункциональный модуль DAQM907A имеет два неизолированных 8-битовых порта вводавывода, которые можно использовать для считывания цифровых шаблонов. Можно считывать текущее состояние битов порта или настроить сбор данных, чтобы включить цифровое считывание.

Настройка канала цифрового ввода-вывода

1. Нажмите [Module] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать слот, содержащий многофункциональный модуль.



2. Нажмите [Channel] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать каналы цифрового ввода-вывода (канал 01 и 02).

Chan	inel	Μ				
301 8-	bit Digita	al I/O Cha	annel			
OPERATIO	OPERATION SETTING					
Last Value Read: 11111111b OxFFh 255d			In Scan: Off Direction: Input			
Channel Men	u					
Channel ↓ Label	In Scan <mark>Off</mark> On	Read		Write ↓		

3. Нажмите In Scan, чтобы указать необходимое действие — добавить (On) канал ЦАП в список сбора данных или исключить (Off) канал из него.

Channel Men	u			
Channel ↓ Label	In Scan <mark>Off</mark> On	Read	Write ↓	

- Read выберите Read, чтобы считать комбинацию битов непосредственно с порта цифрового ввода.
- Write выберите Write, чтобы указать комбинацию битов и вывести ее на указанный порт.

Считывание с порта цифрового ввода

Нажмите Read, чтобы определить направление цифрового ввода-вывода как ввод.

Channel Men	u			
Channel ↓ Label	In Scan <mark>Off</mark> On	Read	Write ↓	

Запись в порт цифрового вывода

1. Нажмите [Module] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать слот, содержащий многофункциональный модуль.



2. Нажмите [Channel] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать каналы цифрового ввода-вывода (канал 01 и 02).

Chan	inel	М			
301 8-	bit Digita	al I/O Cha	annel		
OPERATION SETTING					
Last Value Read: 11111111b OxFFh 255d			In Scan: Off Direction: Input		
Channel Men	u				
Channel ↓ Label	In Scan <mark>Off</mark> On	Read		Write ↓	

 Нажмите Write > Base и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать используемое основание системы счисления (Hex, Binary или Decimal), а затем нажмите Pattern, чтобы определять выходной формат числа в каждой системе счисления.

Channel Men	u	·	•		
Channel ↓ Label	In Scan <mark>Off</mark> On	Read		Write ↓	
	Select Base				
Hex	Binary	Decimal			
	0×0 0				
Base Hex	Pattern 🔶	Write Pattern		Clear	Done ↑

4. Чтобы вывести комбинацию битов на выбранный порт цифрового вывода, нажмите Write Pattern. Направление цифрового ввода-вывода будет задано как вывод.



5. Нажмите Clear, чтобы настроить для выходного шаблона значение «О».

	0×00			
Base Hex	Pattern	Write Pattern	Clear	Done ↑

Канал счетчика

Многофункциональный модуль DAQM907A оснащен 26-битовым суммирующим устройством, позволяющим подсчитывать импульсы TTL с частотой 100 кГц. Номер канала счетчика — s03, где s отображает номер слота. Канал счетчика помечен как канал 03

Можно вручную считать значение счетчика или настроить сбор данных для считывания суммы.

Чтобы настроить канал счетчика с помощью многофункционального модуля, выполните следующие действия.

1. Нажмите [Module] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать слот, содержащий Многофункциональный модуль DAQM907A.



2. Нажмите [Channel] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать канал счетчика (канал 03).

Char	inel				
203 To	otalizer C	hannel			
OPERATIO	N			SETTING	•
Last Value F	lead: •••••	••		In Scan: C Edge: Ris Reset on I	off ing read: Off
Channel Men	u				
Channel ↓ Label	In Scan <mark>Off</mark> On	Read	Clear Count	<mark>Start</mark> Stop	Settings ↓

3. Нажмите In Scan, чтобы указать необходимое действие — добавить (On) канал счетчика в список сканирования или исключить (Off) канал из него.

Channel Men	u				
Channel	In Scan	Read	Clear	<mark>Start</mark>	Settings
↓ Label	<mark>Off</mark> On		Count	Stop	↓

Нажмите Settings > Edge, чтобы настроить счетчик на сбор данных на переднем (Pos) или на заднем (Neg) фронте входного сигнала, а затем нажмите ReadReset, чтобы включить (On) или отключить (Off) автоматическое восстановление настроек счетчика после считывания данных.



5. Нажмите **Read**, чтобы считать данные счетчика.



Данные считываются при каждом нажатии кнопки **Read**. Данные на дисплее автоматически не обновляются.

- 6. Нажмите Clear Count, чтобы сбросить данные счетчика до 0.
- 7. Нажмите Start, чтобы запустить подсчет на текущем канале счетчика, или Stop, чтобы остановить подсчет на этом канале.

Каналы выхода ЦАП и каналы датчиков (каналы с 04 по 07)

Многофункциональный модуль DAQM907A оснащен двумя каналами выхода ЦАП (канал 04 и 05) и двумя каналами датчиков выхода ЦАП (канал 06 и 07). Собрать данные можно с любого из этих каналов.

Для каналов выхода ЦАП фактическое измерение выходного сигнала не выполняется; полученное значение будет запрограммированным выходным значением (напряжения или тока).

На каналах датчиков выхода ЦАП выполняется дополнительное измерение (напряжения или тока), основанное не режиме вывода соответствующего канала выхода ЦАП.

- На канале 06 измерение выполняется согласно режиму вывода, заданному в канале 04.
- На канале 07 измерение выполняется согласно режиму вывода, заданному в канале 05.

Если для канала выхода ЦАП 04 установлен режим измерения напряжения, на соответствующем канале датчика ЦАП 06 будет измеряться ток. Если для канала выходного сигнала установлен режим измерения тока, на канале датчика будет измеряться напряжение.

1. Нажмите [Module] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать слот, содержащий многофункциональный модуль.



2. Нажмите [Channel] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать каналы выходного сигнала ЦАП (канал 04 и 05) или каналы датчика ЦАП (канал 06 и 07).

Chan	inel	Μ			
305 DA	AC Outpu	ut Chann	el		
OPERATIO	N			SETTING	
Output: 0.00	10 00 A			In Scan: Off Sourcing: Curren Lock: Off	t
Channel Men	u				
Channel ↓ Label	In Scan <mark>Off</mark> On	Sourcing Current	Lock Off On	Write ↓	
Chan	inel	Μ			
Chan 307 DA	nel 🗋	M It Sense	Channel		
Chan 307 DA <u>MEASURE</u>	nel AC Outpu	™ ut Sense	Channel	SETTING	
Chan 307 DA <u>MEASURE</u> Sense Paired Sense Type	AC Outpu C Outpu d Channel: 30! : Current	M It Sense	Channel	<mark>SETTING</mark> In Scan: Off Delay: Auto	
Chan 307 DA MEASURE Sense Paired Sense Type	d Channel: 30!	M It Sense	Channel	<mark>SETTING</mark> In Scan: Off Delay: Auto	—
Chan 307 DA MEASURE Sense Paired Sense Type Channel Men	d Channel: 30!	M It Sense	Channel	SETTING In Scan: Off Delay: Auto	

3. Нажмите In Scan, чтобы указать необходимое действие — добавить (On) канал ЦАП в список сбора данных или исключить (Off) канал из него.



На этом канале не выполняются измерения; в качестве измерения используется запрограммированное значение выхода ЦАП.

- 4. Нажмите Sourcing, чтобы задать режим вывода Voltage или Current в канале выхода ЦАП.
- 5. Включите Lock (On), чтобы заблокировать режим канала выхода ЦАП, или отключите Lock (Off), чтобы отменить блокировку режима канала выхода ЦАП.

6. Нажмите Write > Output, чтобы задать уровень выходного напряжения/тока, а затем нажмите Write Output для вывода напряжения/тока на выбранном канале выхода ЦАП.

Вычисляемый канал

Вычисляемый канал выполняет математические операции с показаниями, полученными на каналах измерений или на других вычисляемых каналах. Для настройки нажмите **Channel** и с помощью ручки или кнопки со стрелкой вправо выберите один из вычисляемых каналов (каналы 401–420).

ПРИМЕЧАНИЕ Перед выполнением математических операций на вычисляемом канале необходимо настроить каналы измерений.

Мониторинг вычисляемых каналов доступен только во время сбора данных, при этом отображаются только показания самой последней развертки.

Char	nel			
401 Cc	omputed	Channel		
OPERATIO	N		SETTING	
Equation: A Channel A: 1 Channel B: 1	+ B 101 101		In Scan: O	ff
Channel Men	u			
Channel ↓ Label	In Scan <mark>Off</mark> On		Equation ↓	

Нажмите In Scan, чтобы указать, что вычисляемый канал необходимо включить (On) в список сбора данных или исключить (Off) из него. Нажмите Equation, чтобы указать уравнение для вычисляемого канала. Уравнения можно разделить на три основные группы:

Базовые математические операции

В следующей таблице указаны поддерживаемые базовые математические операции с соответствующими надписями к программным кнопкам.

Надпись на программной кнопке
A+B
A-B
A*B
A/B
1/A
A ²
Sqrt(A)

Например, чтобы сложить значения с каналов измерения (канал 101 и 102) и вывести сумму на вычисляемый канал (канал 401), выполните следующие действия.

 Нажмите Equation > A+B, используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы назначить программную кнопку Channel A каналу 101, а программную кнопку Channel B каналу 102.

	102 Armature relay MUX Channel			
Equation A + B	Channel 🔶 A	Channel 🔶 B		Done ↑

2. Один раз нажмите кнопку [Scan], чтобы запустить сбор данных. Чтобы просмотреть показания, сохраненные при сборе данных, нажмите кнопку [View]. В результате сложения значений каналов 101 и 102 и вывода суммы в канале 401 отобразятся следующие данные, при этом:

канал 401 = канал 101 + канал 102

Date	Time	Channel	Reading	
17/4/2018	11:36:51.664	101 Armature relay	-148.32	μVDC
17/4/2018	11:36:51.816	102 Armature relay	-159.01	μVDC
17/4/2018	11:36:51.822	401 Computed Cha	-307.33	μ

3. Повторите описанные выше шаги для других базовых математических операций (вычитание, умножение и т. п.). Чтобы производить математические операции с каналом одного операнда, назначьте для программных кнопок Channel A и Channel В один и тот же канал. Вычисленные показания будут представлять собой результат сложения показаний с одного и того же канала. Например:

Канал 401 = канал 101 + канал 101

Date	Time	Channel	Reading	
17/4/2018	18:21:48.186	101 Armature relay	-50.556	μVDC
17/4/2018	18:21:48.186	401 Computed Cha	-101.11	μ

Полином пятого порядка

Чтобы выполнить эту операцию с использованием значений канала операнда (канал 101) и вывести результат на вычисляемый канал (канал 401):

1. Нажмите Equation > 5th Order, используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы назначить программную кнопку Channel A каналу 101.



- Нажмите Coef, чтобы прокрутить список порядков коэффициентов (Coef #5, Coef #4, Coef #3, Coef #2, Coef #1 и Coef #0). Укажите параметры коэффициентов для каждого порядка коэффициента.
- 3. Один раз нажмите кнопку [Scan], чтобы запустить сбор данных. Чтобы просмотреть показания, сохраненные при сборе данных, нажмите кнопку [View]. Полученный полином 5-го порядка будет выглядеть следующим образом:

Scan Memory				
Date	Time	Channel	Reading	
9/25/2018	01:09:35.323	101 Armature relay MU	-781	μVDC
9/25/2018	01:09:35.341	401 Computed Channel	999.220	m

Статистика

В следующей таблице указаны поддерживаемые статистические операции с соответствующими надписями на программных кнопках. В статистических операциях объект (list) обозначает набор каналов операндов, используемых в вычислении.

Операция	Надпись на программной кнопке	Описание
Среднее значение	Avg(list)	Возвращает среднее значение для показаний из списка каналов операндов, где среднее показание = общая сумма всех показаний/число выбранных каналов операндов
Максимум	Max(list)	Возвращает максимальное значение показания из списка каналов операндов
Минимум	Min(list)	Возвращает минимальное значение показания из списка каналов операндов
Стандартное откло- нение	-SDev(list)	Возвращает стандартное отклонение показаний из списка каналов операндов

Например, чтобы найти среднее значение для каналов измерения (каналы с 101 по 103) и вывести результат на вычисляемый канал (канал 401), выполните следующие действия.

 Нажмите Equation > Avg(list), используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать каналы операндов с помощью программной кнопки Select, затем нажмите Add to List, чтобы добавить выбранный канал операнда в список каналов операндов. Нажимайте эту программную кнопку, чтобы добавить следующие каналы операндов в список.
102 Armat	ure relay M	UX Channel)		
Equation	Select	Add to	View	Remove	Done
Avg(list)	🔶	List	↓ List	All	↑

 После добавления нескольких каналов операндов отобразится программная кнопка Remove from List. Нажмите эту кнопку, чтобы удалить ранее выбранный канал операнда из списка каналов операндов.

Channel M					
401 Computed Channel					
OPERATION	SETTING				
Equation: Average(list) In Scan: Off Channel List: 101–103					
103 Armature relay MUX Channel					
Equation Select Remove Avg(list)	View Remove Done ↓ List All ↑				

3. Нажмите View List, чтобы просмотреть список доступных каналов измерений. Выбранные в данный момент каналы операндов отмечены значком «Х». Нажмите Clear, чтобы удалить все выбранные каналы операндов из списка.

Check	Channel	In Scan
[X]	101 Armature relay MUX Channel	Yes
[X]	102 Armature relay MUX Channel	Yes
[X]	103 Armature relay MUX Channel	Yes

 Один раз нажмите кнопку [Scan], чтобы запустить сбор данных. Чтобы просмотреть показания, сохраненные при сборе данных, нажмите кнопку [View]. Результат операции поиска среднего значения будет выглядеть следующим образом:

Date	Time	Channel	Reading	
17/4/2018	12:25:47.944	101 Armature relay	-941,53	μVDC
17/4/2018	12:25:47.996	102 Armature relay	-1,214.8	mVDC
17/4/2018	12:25:48.048	103 Armature relay	-1,391.3	mVDC
17/4/2018	12:25:48.049	401 Computed Cha	-1,182.5	m

канал 401 = (канал 101+102+103)/3

Примечание. Для чисел используется следующий формат: запятая в качества разделителя целой и дробной части десятичного числа и добавление точки для отделения тысяч. Для получения дополнительной информации обращайтесь к разделу **Формат представления чисел**.

В списке вычисляемых каналов в качестве канала операнда можно также указывать вычисляемый канал. Например, чтобы включить вычисляемый канал 401 из примера, приведенного выше, в другой вычисляемый канал (канал 402):

- 1. Повторите шаги 1-4, описанные выше.
- Нажмите [Channel] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы назначить канал 402. Нажмите In Scan и используйте программную кнопку, чтобы включить канал 402 в список сбора данных. Затем нажмите Equation > Avg(list), используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы назначить программную кнопку Channel A каналу 101, а программную кнопку Channel B вычисляемому каналу 401.
- 3. Один раз нажмите кнопку [Scan], чтобы запустить сбор данных. Чтобы просмотреть показания, сохраненные при сборе данных, нажмите кнопку [View]. Результат операции поиска среднего значения будет выглядеть следующим образом:

Date	Time	Channel	Reading	
17/4/2018	12:43:47.090	101 Armature relay	-1,303.0	mVDC
17/4/2018	12:43:47.142	102 Armature relay	-1,221.3	mVDC
17/4/2018	12:43:47.195	103 Armature relay	-1,146.8	mVDC
17/4/2018	12:43:47.195	401 Computed Cha	-1,223.7	m
17/4/2018	12:43:47.195	402 Computed Cha	-1,223.7	m

канал 402 = (канал 101+102+103+401)/4

Сбор данных с помощью внешних приборов

В этой конфигурации можно использовать DAQ970A для разводки сигналов или приложений управления. Если установлен подключаемый модуль мультиплексора, можно использовать DAQ970A для сбора данных с помощью внешнего прибора. Можно подключить внешний прибор (например, цифровой мультиметр) к контакту COM на мультиплексоре.



Для управления сбором данных с помощью внешнего прибора предусмотрены две линии управления. Когда DAQ970A и внешний прибор настроены правильно, для них можно синхронизировать последовательность сбора данных.

В данной конфигурации необходимо настроить список сбора данных так, чтобы он содержал все нужные каналы мультиплексора или многофункциональные каналы. При выполнении сбора данных каналы, не включенные в соответствующий список, будут проигнорированы. Прибор автоматически просматривает список каналов в порядке возрастания от слота 100 до слота 300.

Для внешнего управления сбором данных необходимо отключить встроенный цифровой мультиметр, для этого нажмите **[Home] > User Settings > DMM Off**. Поскольку встроенный мультиметр отключен, показания с каналов мультиплексора не будут сохраняться во внутренней памяти для показаний.

Внешние подключения необходимы для синхронизации последовательности сбора данных в DAQ970A и во внешнем приборе. DAQ970A должен оповестить внешний прибор, когда реле будет замкнуто и стабилизировано (включая задержку канала). DAQ970A выводит импульс закрытия канала через контакт 5 соединителя на задней панели. В ответ на этот импульс внешний прибор должен оповестить DAQ970A, когда он закончит измерение и будет готов перейти к следующему каналу в списке сбора данных. DAQ970A принимает сигнал перехода к следующему каналу по линии ввода внешнего сигнала запуска (контакт 6).

Можно настроить событие или действие, которое будет управлять запуском каждой развертки по списку сбора данных (развертка — однократное прохождение по списку сбора данных). Когда цифровой мультиметр отключен, для источника интервалов сбора данных по умолчанию используется значение Auto (немедленно). Для получения дополнительной информации см. раздел «Интервал сбора данных». Можно настроить событие или действие, которое будет использоваться для оповещения DAQ970A о необходимости перехода к следующему каналу в списке сбора данных. Обратите внимание, что источники сигналов перехода к следующему каналу и сигналов интервалов сбора данных сов-

падают. Однако при попытке установить источник сигналов перехода к следующему каналу, аналогичный тому, что используется для интервала сбора данных, генерируется ошибка.

Для прибора можно указать количество разверток списка сбора данных. После указанного числа разверток сбор данных останавливается.

Операция сбора данных с внешним управлением может также включать считывание данных с цифрового порта или со счетчика на многофункциональном модуле. Если при переходе на следующий канал прибор достигает первого цифрового канала, он выполняет сбор данных со всех цифровых каналов в этом слоте и сохраняет показания в памяти (требуется только один сигнал перехода к следующему каналу).

Можно настроить список каналов для 4-проводного внешнего сбора данных. Когда эта функция включена, прибор автоматически выполняет сопряжение канала n с каналом n+10.

Обозначение каналов

Нажмите программную кнопку **Channel Label**, чтобы указать обозначение для выбранного канала. Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для ввода символов на экране. Обратите внимание, длина метки модуля не должна превышать 10 знаков, разрешается вводить буквы, цифры и специальные символы. Чтобы восстановить обозначение канала по умолчанию, нажмите **Channel Label > Clear All > Done**. Этот параметр применяется ко всем установленным модулям, а также к вычисляемым каналам.

Channel 🛛 🔍 🕅			
Channel Label			
I			
<pre></pre>			
Cancel	Done		

Меню [Interval]

Нажмите кнопку [Interval] на лицевой панели, чтобы настроить сигнал запуска каждой развертки и количество разверток при сборе данных.

Interval Menu		1		
Source Auto	Ch Closed Pos <mark>Neg</mark>	# Sweeps Infinite	Clear	

Выбор источника запуска

Нажмите программную кнопку **Source**, чтобы выбрать источник запуска развертки. Развертка — это один проход по списку сбора данных.

Select Trigger Source					
Auto	Time	Manual	External	On Alarm	

- а. Auto выбирает мгновенный запуск. После начала сбора данных каждая развертка запускается автоматически.
- b. Time настраивает автоматический запуск разверток с заданным интервалом с помощью внутреннего таймера прибора. Выберите источник запуска и нажмите программную кнопку Time для настройки временного интервала в диапазоне от 0 до 100:00:00 часов.

Interval Menu hh.mm.ss 0.00.10					
Source Time	Ch Closed Pos Neg	Time 🔶	# Sweeps Infinite	Clear	

- с. Manual выбирает запуск вручную. Развертка запускается при однократном нажатии кнопки [Scan] на лицевой панели.
- d. External запускает развертку при получении TTL-совместимого внешнего импульсного сигнала запуска с разъема Ext Trig/Alarms на задней панели. Выберите этот источник запуска и нажмите программную кнопку Ext Trig для определения полярности внешнего сигнала запуска: передний фронт (Pos) или задний фронт (Neg).



e. On Alarm — запуск развертки при обнаружении во время сбора данных состояния предупреждения на канале мониторинга или канале цифрового ввода-вывода или счетчика. Выберите этот источник запуска и нажмите программную кнопку On Alarm, чтобы определить, какое из четырех предупреждений будет использоваться для сообщения о возникновении в выбранном канале условий для выдачи предупреждения.

Interval Menu			1		
Source On Alarm	Ch Closed Pos <mark>Neg</mark>	On Alarm <mark>#1</mark>	# Sweeps Infinite	Clear	
Select Output Alarm					
#1	#2	#3	#4		

Выбор полярности сигнала запуска выходного сигнала

Нажмите программную кнопку **Ch Closed** для выбора переднего фронта (**Pos**) или заднего фронта (**Neg**) для сигнала Chan Closed на разъеме Ext Trig/Alarm на задней панели.



Выходной сигнал запуска (сигнал закрытия канала) работает по-разному во время внутреннего или внешнего сбора данных:

- Для внутреннего сбора данных (внутренний цифровой мультиметр включен) он генерируется в КОНЦЕ развертки, а не в начале.
- Для внешнего сбора данных (внутренний цифровой мультиметр выключен) он генерируется, когда канал закрыт, и может использоваться для запуска измерения на внешнем цифровом мультиметре.

Определение количества разверток для сбора данных

Определяется количество проходов по списку сбора данных (**# Sweeps**) или непрерывные развертки (Infinite).

- а. **# Sweeps** определяет количество (от 1 до 1 000 000 разверток) проходов по списку после запуска сбора данных. Нажмите **Clear**, чтобы задать для количества разверток значение 1.
- b. Infinite определяет непрерывный сбор данных, пока он не будет остановлен вручную с помощью кнопки [Scan] на передней панели, отправки SCPI-команды «ABORt» или отправки сообщения «Device Clear» с интерфейса удаленного управления.

Прибор может хранить до 100 000 показаний в памяти для показаний, после чего отобразится индикатор **МЕМ**, который указывает на то, что память для показаний переполнена. Любые новые показания будут перезаписывать первые сохраненные (самые старые) показания; самые последние показания всегда сохраняются.

Меню [Math]

ПРИМЕЧАНИЕ

Прежде чем применять какие-либо значения масштабирования, необходимо настроить канал.

На странице меню Math нажмите программную кнопку **Math**, чтобы включить или отключить масштабирование измерений.

Math Menu				
Math Off <mark>On</mark>	Function mX+b	Settings ↓		

ПРИМЕЧАНИЕ Для параметра Math задается значение Off при изменении функций измерения (например, при переходе от измерения постоянного тока к измерению переменного тока). После изменения функций измерения параметр Math необходимо включить заново.

Нажмите программную кнопку **Function**, чтобы выбрать функцию масштабирования для выбранного канала. Функции дБм и дБ доступны только для каналов, настроенных для измерения напряжения постоянного или переменного тока.

Select Function					
mX+b	%	dBm	dB		

Выберите функцию масштабирования и нажмите программную кнопку **Settings**, чтобы выполнить различные настройки масштабирования. Значения масштабирования сохраняются в энергонезависимой памяти для выбранного канала.

Масштабирование по формуле mX+b

Функция масштабирования mX+b позволяет выполнить линейное масштабирование с операцией смещения путем применения значений усиления (m) и смещения (b) ко всем показаниям для выбранного канала во время сбора данных. Для настройки выберите функцию масштабирования mX+b и нажмите программную кнопку Settings, чтобы открыть меню конфигурации.

+1	1. <u>0</u> 00 000					
٩	Gain	Offset	Measure	Clear	User	Done
	(m)	🔶 ^(b)	Offset	Offset	↓ Units	↑

Нажмите User Units > User Units Off/On, чтобы отобразить (On) или отключить (Off) единицы измерения, задаваемые пользователем. При выборе значения On отобразятся единицы измерения, заданные с помощью программной кнопки Edit Units; при выборе значения Off отобразятся единицы измерения измерения по умолчанию (В пост. тока).

Нажмите User Units > Edit Units, чтобы задать строку, содержащую до трех символов, которая будет отображаться вместо стандартных единиц измерения. Эти единицы измерения затем будут использоваться для ввода различных настроек прибора, например пределов и масштаба графика.

Нажмите **Default Units**, чтобы вернуться к единицам измерения по умолчанию для выбранного типа измерений. Например, если для выбранного канала выполняется настройка измерения температуры, нажмите эту программную кнопку, чтобы вернуться к единицам измерения по умолчанию °C.

Нажмите **Measure Offset**, чтобы выполнить мгновенное измерение смещения и сохранить значение смещения для последующего измерения.

Нажмите Clear Offset, чтобы сбросить значение смещения до 0.

Масштабирование %

С помощью кнопки % значение можно преобразовать в проценты. Результат представляет собой разницу между показанием и эталонным значением, выраженную в процентах.

$\label{eq:Result} Result = \frac{\text{reading} - \text{reference}}{\text{reference}} \times 100$

Для выполнения настройки выберите функцию масштабирования **%** и нажмите программную кнопку **Settings**, чтобы открыть меню настройки.



Нажмите **Measure Reference**, чтобы выполнить мгновенное эталонное измерение и сохранить эталонное значение для последующих измерений, или нажмите **Ref Value**, чтобы задать эталонное значение.

Нажмите **Default Reference**, чтобы задать в качестве эталонного значения заводские настройки по умолчанию.

Масштабирование дБм

Выбирает для текущей функции измерения масштабирование в дБм. Результатом является вычисление мощности, подаваемой на эталонное сопротивление (задается с помощью программной кнопки **Ref R**), относительно уровня 1 мВт.

дБм = 10 x log₁₀ (показание²/эталонное сопротивление/1 мВт)

Для выполнения настройки выберите функцию масштабирования **dBm** и нажмите **Settings**, чтобы открыть меню настройки.



Возможные значения эталонного сопротивления (Ref R): 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600 (по умолчанию), 800, 900, 1000, 1200 или 8000 Ом. Нажмите **Ref R**, чтобы задать опорное значение сопротивления для преобразования измерений напряжения в дБм.

Масштабирование дБ

Выбирает масштаб дБ для представления функции измерения. Результатом является разница между входным сигналом и сохраненным эталонным значением в дБ, оба значения преобразуются в дБм.

дБ = измерение в дБм — эталонное значение в дБм

Для выполнения настройки выберите функцию масштабирования **дБ** и нажмите **Settings**, чтобы открыть меню настройки.



Эталонное значение может быть измерением, преобразованным в дБм (программная кнопка Measure Ref Value), или можно задать эталонное значение (программная кнопка dB Ref Value).

Нажмите Clear dB Ref, чтобы очистить эталонное значение для измерений дБ.

Меню [Сору]

ПРИМЕЧАНИЕ Перед выполнением этой функции исходный канал (канал, настройки которого копируются) следует включить в список сбора данных.

Операция копирования/вставки доступна только для каналов с одинаковой функцией измерения (например, функцией напряжения постоянного тока); при этом начальный и конечный каналы должны принадлежать одинаковым слотам модуля.

Нажмите кнопку **[Copy]** на лицевой панели, чтобы скопировать настройки измерения выбранных каналов в другие каналы. Использование этой функции упрощает настройку нескольких каналов для проведения одного и того же измерения. При копировании настроек из одного канала в другой другие данные о настройках, например функции измерения, функции сканирования, настройки предупреждений и расширенные настройки измерения, автоматически копируются в другие каналы.

Доступны три варианта.

Копирование/вставка из одиночного канала в одиночный канал (из одного в один)

Например, для копирования/вставки настроек измерения из канала 01 в канал 02 необходимо выполнить следующие действия.

1. Нажмите [Channel] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы настроить канал 01 для измерения напряжения постоянного тока (автоматический выбор диапазона).

Channel Measure Range Integrate Ad ↓ Label DCV Auto ↓Settings ↓
--

 Нажмите [Copy] > Source Chan(s). Оба канала — Start Channel и End Channel — будут отображаться с выбранным каналом 01, поскольку имеется только этот настроенный исходный канал. Для выхода из этого меню нажмите Done.

101 DC Volts Armature relay MUX Channel					
Start _© Channel	End _© Channel				Done ↑

3. Нажмите Dest. Chan(s), чтобы выбрать канал назначения для операции вставки. По умолчанию прибор автоматически выберет следующий канал в качестве канала назначения. В этом примере используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы определить оба канала — Start Channel и End Channel — как канал 02. Нажмите Done, чтобы продолжить.

SOURCE CHAN(S)	DEST. CHAN(S)
CH 101 Armature relay MUX Channel	CH 102
CH 101 Armature relay MUX Channel	CH 102
1 CH SELECTED	1 CH SELECTED

4. Нажмите **Copy Now**. Настройки измерения канала 01 будут скопированы в канал 02. По завершении операции отобразится сообщение «COMPLETE». Нажмите **Copy Now**, чтобы повторно скопировать те же настройки в новые выбранные каналы (03, 04 и т. д.).

Сор	y 🗋					
Configuration Summary						
SOURCE CH	SOURCE CHAN(S) DEST. CHAN(S)					
CH 101 Armature relay MUX Channel CH 101 Armature relay MUX Channel 1 CH SELECTED			nel nel	CH 103 CH 103 1 CH SELECTED		
COMPLETE						
Copy Menu						
Source ↓ Chan(s)	Dest. ↓ Chan(s)			Copy Now		

Копирование/вставка из одиночного канала в несколько каналов (из одного в несколько)

Например, для копирования/вставки настроек измерения канала 01 в канал 02 и канал 03 необходимо выполнить следующие действия.

- 1. Нажмите [Channel] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы настроить канал 01 для измерения напряжения постоянного тока (автоматический выбор диапазона).
- Нажмите [Copy] > Source Chan(s). Оба канала Start Channel и End Channel будут отображаться с выбранным каналом 01, поскольку имеется только этот настроенный исходный канал. Для выхода из этого меню нажмите Done.

 Нажмите Dest. Chan(s), чтобы выбрать канал назначения для операции вставки. По умолчанию прибор автоматически выберет следующие каналы в качестве каналов назначения. В этом примере используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы определить Start Channel как канал 02 и End Channel как канал 03. Нажмите Done, чтобы продолжить.

SOURCE CHAN(S)	DEST. CHAN(S)
CH 101 Armature relay MUX Channel	CH 102
CH 101 Armature relay MUX Channel	CH 103
1 CH SELECTED	2 CH SELECTED

 Нажмите Copy Now. Настройки измерения канала 01 будут скопированы и в канал 02, и в канал 03. По завершении операции отобразится сообщение «COMPLETE». Нажмите Copy Now, чтобы повторно скопировать те же настройки в новые выбранные каналы (04, 05 и т. д.).

Co	py					
Configuration Summary						
SOURCE C	SOURCE CHAN(S) DEST. CHAN(S)					
CH 101 Armature relay MUX Channel CH 101 Armature relay MUX Channel 1 CH SELECTED			inel Inel	CH 104 CH 104 1 CH SELECTED		
COMPLETE						
Copy Menu						
Source ↓ Chan(s)	Dest. ↓ Chan(s)			Copy Now		

Копирование/вставка из нескольких каналов в несколько каналов (из нескольких в несколько)

Например, для копирования/вставки настроек измерения каналов с 01 по 4 в каналы с 05 по 08 необходимо выполнить следующие действия.

- 1. Нажмите [Channel] и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы настроить исходные каналы, как показано ниже.
 - Канал 01 (напряжение постоянного тока с автоматическим выбором диапазона)
 - Канал 02 (напряжение переменного тока с диапазоном 100 мВ)
 - Канал 03 (2-проводное измерение сопротивления с диапазоном 100 Ом)
 - Канал 04 (4-проводное измерение сопротивления с диапазоном 1 кОм)

- 2. Нажмите [Copy] > Source Chan(s). Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы определить Start Channel как канал 01 и End Channel как канал 04. Для выхода из этого меню нажмите Done.
- Нажмите Dest. Chan(s), чтобы выбрать канал назначения для операции вставки. По умолчанию прибор автоматически выберет следующие каналы в качестве каналов назначения. В этом примере используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы определить оба канала Start Channel как канал 05.

SOURCE CHAN(S)	DEST. CHAN(S)
CH 101 Armature relay MUX Channel	CH 105
CH 104 Armature relay MUX Channel	CH 108
4 CH SELECTED	4 CH SELECTED

В этом варианте программная кнопка «End Channel» недоступна, прибор будет автоматически выполнять операцию копирования/вставки в следующие *N* каналов назначения в соответствии с количеством *N* выбранных исходных каналов. Например, если в качестве Start Channel будет задан канал 06, каналами назначения будут выбраны каналы с 06 по 09. Нажмите **Done**, чтобы продолжить.

SOURCE CHAN(S)	DEST. CHAN(S)
CH 101 Armature relay MUX Channel	CH 106
CH 104 Armature relay MUX Channel	CH 109
4 CH SELECTED	4 CH SELECTED

 Нажмите Copy Now. Настройки измерения каналов с 01 по 04 будут скопированы в каналы с 05 по 08. По завершении операции отобразится сообщение «4 of 4 Channels Copied». Нажмите Copy Now, чтобы повторно скопировать те же настройки в новые выбранные каналы (с 09 по 11 и т. д.).

Сору					
Configuration Summary					
SOURCE CHAN(S)	SOURCE CHAN(S) DEST. CHAN(S)				
CH 101 Armature rela CH 104 Armature rela 4 CH SELECTED	y MUX Channel y MUX Channel	CH 109 CH 111 3 CH SELECTED			
4	<u> </u>				
Copy Menu					
Source Dest. L Chan(s) L Chan(s)		Copy Now			

Меню [Alarm]

Нажмите [Alarm] на лицевой панели, чтобы настроить предупреждение для выбранного канала. На этом приборе можно настроить четыре предупреждения. Перед настройкой пределов выдачи предупреждений граничного тестирования следует настроить канал. Если изменить настройки измерения, предупреждения отключатся и предельные значения будут удалены. Если для канала, на котором используются предупреждения, планируется использовать функцию масштабирования, то сначала следует настроить значения масштабирования.

Настройка пределов выдачи предупреждений граничного тестирования для модуля мультиплексора

 На странице меню «Alarm» нажмите Output, чтобы выбрать, какое из четырех предупреждений будет использоваться для сообщения о возникновении в выбранном канале условий для предупреждения. Любому из четырех доступных предупреждений (обозначены номерами 1–4) можно назначить несколько каналов.



- 2. Нажмите Alarm, чтобы отключить (Off) или задать пределы выдачи предупреждений граничного тестирования (верхний, нижний или оба), затем нажмите Set Limits, чтобы определить предельное значение. Прибор выдаст предупреждение, когда один из полученных показателей или показателей на мониторе превысит заданный предел.
- а. Верхний и нижний пределы

Для настройки выберите тип предела **High + Low** и нажмите **Set Limits**, чтобы задать пределы в виде высокого и низкого значений или в виде центрального значения и отклонения от него.



b. Верхний предел

Для конфигурации выберите тип предела **High** и нажмите **Set Limits**, чтобы задать верхнее предельное значение. Верхнее предельное значение должно быть больше или равно нижнему.



с. Нижний предел

Для конфигурации выберите тип предела Low и нажмите Set Limits, чтобы задать нижнее предельное значение. Нижнее предельное значение должно быть ниже или равно верхнему.



- 3. Нажмите **Clear**, чтобы вернуть предельное значение 0, заданное по умолчанию.
- 4. Нажмите [Scan], чтобы запустить сбор данных и сохранить показания в памяти для показаний. Если во время сбора данных на канале возникнет предупреждение, то при получении показаний состояние предупреждения этого канала сохранится в памяти для показаний. Каждый раз при запуске нового сбора данных прибор удаляет все хранящиеся в памяти показания предыдущего сбора данных (включая данные предупреждения).
- 5. Кроме того, по мере генерации предупреждения регистрируются в очереди предупреждений, которая существует отдельно от памяти для показаний. Для отображения очереди предупреждений нажмите [View] > Alarms.

Настройка пределов выдачи предупреждений граничного тестирования с помощью многофункционального модуля

Многофункциональный модуль DAQM907A можно настроить для активации предупреждений при обнаружении определенной комбинации битов или изменений в такой комбинации на цифровых каналах ввода-вывода (канал 01 и 02) или при достижении определенного значения на канале счетчика (канал 03).

Настройка предупрждения для цифрового канала ввода-вывода

- 1. При использовании слота многофункционального модуля нажмите [Alarm] и выберите цифровой канал ввода-вывода.
- 2. Нажмите Set Pattern > Pattern и используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы настроить цифровые данные маски для сравнения 8-битовых цифровых комбинаций.



 Задайте для каждого бита значение «0», «1» или «Х», нажав программную кнопку Set to all 0's, Set to all 1's или Set to all X's. Биты со значением «Х» из сравнения цифровых комбинаций исключаются. Нажмите Fail On, чтобы настроить для выбранного канала активацию предупреждения, когда определенное значение предустановленного 8-битного шаблона окажется равным или не равным показанию цифровых данных.

Чтобы настроить предупреждение для канала счетчика, выполните следующие действия.

- 1. При использовании слота многофункционального модуля нажмите [Alarm] и выберите канал счетчика.
- 2. Нажмите Set Limits > Limit Count, чтобы задать предельное значение. При достижении во время сбора данных определенного значения будет выдаваться предупреждение.



Обозначения пределов выдачи предупреждений граничного тестирования

Ограничения и их нарушения отображаются на дисплее разным цветом.

Числовое отображение

Ярко-красный цвет (см. ниже) указывает на то, что отображающееся значение измерения превышает предельные значения.

101 Armature relay M	/IUX Channel					
-000).119,	nVDC				
Auto 100mV						
Low Limit: -1.000,00	High Limit: -400.000m	Status: FAIL				

Столбчатая диаграмма

В столбчатой диаграмме (см. ниже) используется та же цветовая схема. В следующем примере показано превышение ограничения. Слово FAIL означает, что превышено предельное значение.



Временной график измерений

На временном графике измерений (см. ниже) используется та же цветовая схема. В следующем примере показано превышение ограничения.



Гистограмма

На гистограмме (см. ниже) используется та же цветовая схема. В следующем примере показано превышение ограничения.



Меню [Utility]

Utility Menu					
Self	Autocal	Calibrate	Security	Admin	
↓ Test	↓	↓	↓	↓	

Самодиагностика

Автокалибровка (только встроенный цифровой мутильметр и модуль DAQM907A)

Калибровка

Безопасность прибора (NISPOM)

Администрирование — обновление микропрограммы

Самодиагностика

При самодиагностике проверяется исправность прибора. Для получения дополнительной информации о процедурах самодиагностики см. руководство по обслуживанию устройства Keysight DAQ970A.



Автокалибровка

Автокалибровка компенсирует дрейф показателей встроенного цифрового мультиметра или модулей DAQ970A, вызванный изменением во времени и температуры. Это может помочь исключить погрешности и добиться более высокой производительности. В этом устройстве DAQ970A выполняется автокалибровка на встроенном цифровом мультиметре, а также на каналах выхода ЦАП и каналах датчиков (каналы с 04 по 07) многофункционального модуля DAQM907A.



Автокалибровка занимает всего несколько секунд. Для мгновенного запуска автокалибровки нажмите программную кнопку **Perform Autocal**. Отобразится экран, показанный ниже.



Планирование автокалибровки

Автокалибровку прибора можно запланировать и при этом выбрать ее интервал. Чтобы использовать эту функцию, нажмите Scheduled Autocal > Schedule > On. Укажите интервал: ежедневно, еженедельно или ежемесячно. Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать время запуска.



Daily — запуск ежедневной автокалибровки планируется на определенное время (часы и минуты) дня.

Weekly — запуск еженедельной автокалибровки планируется на определенный день и время (часы и минуты) каждой недели.

Monthly — запуск ежемесячной автокалибровки планируется на определенный день и время (часы и минуты) каждого месяца.

Калибровка

Кнопка Calibrate обеспечивает доступ к процедуре калибровки прибора. Для получения дополнительной информации см. руководство по обслуживанию устройства Keysight DAQ970A.



Безопасность

На экране **Security** отображается текущее состояние защиты прибора и предоставляется возможность заблокировать/разблокировать его или ввести новый код безопасности. Для выполнения калибровки, обновления микропрограммы или изменения кода безопасности прибор следует разблокировать.

Если включен безопасный режим, отображается обзор настроек ввода-вывода прибора и обеспечивается доступ к функции NISPOM Sanitize и настройкам ввода-вывода. Для использования функции NISPOM Sanitize и включения или выключения каналов ввода-вывода прибор следует разблокировать. При выполнении любой операции, для которой требуется код безопасности, показания счетчика событий безопасности увеличиваются.



New Code — нажмите эту программную кнопку, чтобы ввести новый код безопасности и разблокировать защиту прибора. Код должен начинаться с буквы и может содержать до 12 букв, цифр, а также символ подчеркивания. LOCK — защита прибора блокируется, при этом используется текущий код безопасности. На заводе был установлен код безопасности «DAQ970A».

Secure — включается (On) или выключается (Off) защита прибора. Когда защита включена, отображается программная кнопка NISPOM Sanitize. Для внесения изменений в работу и настройки ввода-вывода защиту следует разблокировать. NISPOM Sanitize — все пользовательские данные кроме констант калибровки из памяти прибора удаляются, и прибор перезапускается. Это соответствует требованиям главы 8 рабочей инструкции по программе национальной промышленной безопасности (NISPOM). Когда защита выключена, изменения ввода-вывода можно вносить без разблокировки.

ВНИМАНИЕ Функция программной кнопки NISPOM Sanitize соответствует команде SYSTem:SECurity:IMMEdiate. Они предназначены для таких клиентов, как военнослужащие по контракту, которые обязаны соблюдать положения NISPOM.

При использовании этой функции уничтожается вся определяемая пользователем информация о состоянии прибора, данные измерений и пользовательские настройки ввода-вывода, например IP-адрес. Использовать эту функцию в обычной работе не рекомендуется, так как возможна нежелательная потеря данных.

Администрирование

Нажмите **Firmware Update**, чтобы обновить микропрограмму прибора до новой версии. Для получения подробной информации см. раздел Обновление микропрограммы.



Меню [Module]



Обзор списка сбора данных модуля

Нажмите программную кнопку Scan List, чтобы просмотреть, какие доступные каналы в модуле включены в список сбора данных (Scan Status = ON). Если список каналов занимает больше чем одну страницу, нажимайте кнопки со стрелками вверх/вниз, чтобы просмотреть другие страницы. Нажмите программную кнопку **Remove From Scan**, чтобы отключить измерения на всех каналах модуля, и удалите каналы из списка сбора данных.

Scan Status	
Channel	Scan Status
101 Armature relay MUX Channel	ON
102 Armature relay MUX Channel	OFF
103 Armature relay MUX Channel	ON
104 Armature relay MUX Channel	ON
105 Armature relay MUX Channel	OFF
106 Armature relay MUX Channel	OFF
107 Armature relay MUX Channel	OFF
108 Armature relay MUX Channel	OFF
	Current Page: 1/3
Remove From Scan	Done •

Выполнение сброса параметров модуля

Выполните команду **Card Reset** для модуля. При этом открываются все каналы модуля. В многофункциональный модуль также выполняется конфигурация портов цифрового ввода-вывода как входных портов, выходы ЦАП переключаются в режим напряжения (если нет блокировки) и для уровня вывода задается значение 0.

Установка меток модуля

Нажмите программную кнопку **Module Label**, чтобы задать метку для текущего выбранного модуля. Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для ввода символов на экране. Обратите внимание, длина метки модуля не должна превышать 10 знаков, разрешается вводить буквы, цифры и специальные символы. Чтобы вернуться к метке модуля по умолчанию, нажмите **Module** Label > Clear All > Done.

Module 🛛 M	
Slot 3 Multifunction	EW: 0A0M907A 0.01.01
	Module Label
	I
<pre><pre><pre></pre><pre></pre> A B C D E F G H</pre> <pre>a b c d e f g h i j 0</pre> <pre><pre>0</pre> <pre>! " # \$ % & '() * + ,</pre></pre></pre>	HIJKLMNOPQRSTUVWXYZ k mnopqrstuvwxyz 123456789 /:;<=>?@[\]^_`{ }~
	Cancel Done

Меню [Save Recall]



Управление файлами

Сохранение состояния/параметров, показаний и снимков экрана

Восстановление ранее сохраненного файла состояния или файла параметров

Возвращение предварительно заданных значений для выбранных параметров

Регистрация данных на USB-носителе, подключенном к порту на лицевой панели

Управление файлами

Программная кнопка Manage Files используется для создания, копирования, удаления и переименования файлов и папок во внутренней флеш-памяти прибора или на USB-накопителе, подключенном к его лицевой панели. Это параметр по умолчанию, как показано ниже.



Действие

Обзор

Путь для копирования

Выполнение копирования

Действие

Action определяет выполняемое действие для файла или папки.

Delete	Folder	Copy	Rename		
--------	--------	------	--------	--	--

Delete — для удаления файла или папки нажмите Delete и Browse для поиска файла или папки для удаления. Нажмите Select > Perform Delete > Done.

Folder — для создания папки нажмите Folder и Browse, чтобы перейти в место во внутреннем или внешнем хранилище, где будет создана папка, затем нажмите File Name, введите имя папки и нажмите Done. Нажмите Create Folder > Done.

Copy — чтобы скопировать файл или папку, нажмите **Copy**. Нажмите **Browse**, чтобы найти файл или папку для копирования, а затем нажмите **Select**. Нажмите **Copy Path** и выберите внутренний или внешний путь для копирования. Нажмите **Perform Copy** > **Done**.

Rename — чтобы переименовать файл или папку, нажмите Rename. Нажмите Browse, чтобы найти файл или папку для переименования, а затем нажмите Select. Нажмите New Name, введите новое имя и нажмите Done. Нажмите Perform Rename > Done.

Обзор

Browse выбирает файл или папку, для которой необходимо выполнить действие.

ı∎File System		
— 🕞 🛄 📰 Internal		
└─⊡∙← External		
	Cancel	Select

Используйте ручку, кнопки со стрелками на лицевой панели и кнопку [Select] для навигации по списку и нажмите Select или Cancel для выхода из окна обзора. С помощью кнопок со стрелками влево и вправо можно свернуть или развернуть папку, чтобы скрыть или отобразить содержащиеся файлы.

Путь для копирования

Copy Path используется для выбора внутреннего или внешнего пути к папке для копирования.

File Sys	stem (shov Internal External	ving folder	s only)		
				Cancel	Select

Используйте ручку, кнопки со стрелками на лицевой панели и кнопку [Select] для навигации по списку и нажмите Select или Cancel для выхода из окна обзора. Кнопками со стрелками влево и вправо можно свернуть или развернуть папку.

Выполнение копирования

Perform Copy выполняет копирование выбранного файла или папки в новое место.

Сохранение

Программная кнопка **Save** позволяет создавать папки и файлы для сохранения состояния прибора или пользовательских параметров. Также позволяет делать снимок и сохранять экранное изображение.

Действие

Выбирает выполняемое действие для файла или папки.



State — сохраняет текущее состояние прибора. Файлы состояния могут иметь любое имя, но всегда имеют расширение .sta. Состояния прибора сохраняются с помощью SCPI (команда *SAV) в файлах с именами STATE_0.sta — STATE_4.sta.

Для сохранения папки во внутреннее или внешнее расположение нажмите State и Browse и нажмите Select, нажмите File Name, введите имя файла и нажмите Done. Выберите для параметра State/Preference значение Save State/Save Preference для заданного файла.



Readings — сохраняет показания из временного графика измерений или гистограммы.

Для сохранения папки во внутреннее или внешнее расположение нажмите **Readings** и **Browse** и нажмите **Select**, нажмите **File Name**, введите имя файла и нажмите **Done**. Нажмите программную кнопку **Separator**, чтобы задать символ (запятую, символ табуляции или точку с запятой) для разделения данных в каждой строке. После этого нажмите **Save Readings** для сохранения показаний, используемых для создания временного графика измерений или гистограммы, в указанный файл по указанному пути.

Action:	File	Separator	Save	Done
Readings Browse	↓ Name	Comma	Readings	↑

Capture Display — создает снимок экранного изображения.

Для сохранения папки во внутреннее или внешнее расположение нажмите **Capture Display** и **Browse** и нажмите **Select**. Нажмите **File Name**, введите имя файла и нажмите **Done**. Выполняется выбор формата файла для снимка экрана с расширением **.bmp** (формат растрового файла) или **.png** (формат переносимой сетевой графики), затем нажмите **Save Screen** для сохранения экранного снимка в файл с заданным форматом. Снятое содержимое представляет собой состояние экрана на момент нажатия кнопки **[Save Recall]**.



Обзор

Открывает браузер внутренней флеш-памяти и внешней USB-памяти.



Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для навигации по списку и нажмите Select или Cancel для выхода из окна браузера. С помощью кнопок со стрелками влево и вправо можно свернуть или развернуть папку, чтобы скрыть или отобразить содержащиеся файлы.

Имя файла

Задает имя папки или файла для выбранного действия. Чтобы указать имя папки или файла, используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели, чтобы выбрать нужные символы. Затем нажмите **Select** для перехода к следующему символу. По завершении ввода символов нажмите Done.

File Name	
STATE_1	
<pre><space> A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W</space></pre>	XYZ
Clear Delete Previous Next Cancel All	Done

Состояние/параметр

Нажмите State/Preference для выбора, следует ли сохранять настройки состояния прибора или настройки пользователя. Нажмите Save State/Save Preference на следующей программной кнопке, чтобы сохранить текущее состояние или настройки пользователя по выбранному пути и имя файла, к имени файла добавляется расширение .sta или .prf.

State — сохраняет настройки измерений, включая настройки каналов и параметры сбора данных.

Preference — сохраняет энергонезависимые настройки, связанные с прибором, включая настройки пользователя и параметры ввода-вывода.



Восстановление

Программная кнопка **Recall** позволяет восстановить ранее сохраненный файл состояния (расширение .sta) или файл настроек (расширение .prf). Используйте ручку или кнопки со стрелками на лицевой панели для поиска файла во внутренней флеш-памяти (Internal) или на USB-накопителе (External). Используйте кнопку со стрелкой вправо, чтобы раскрыть папку. Нажмите **Select** для восстановления выбранного файла.



Установка параметров по умолчанию

Программная кнопка Set to Defaults позволяет вернуть выбранные параметры к соответствующим заводским и предустановленным значениям.



Восстановление заводских настроек

Выполняется сброс настроек прибора до заводской конфигурации. Эта программная кнопка не влияет на ранее сохраненные состояния прибора или параметры ввода-вывода, например IP-адрес.

Запись на USB-накопитель

Программная кнопка **Log to USB** позволяет записывать находящиеся в памяти собранные показания на USB-накопитель, подключенный к USB-порту на лицевой панели. При каждом подключении USB-накопителя отображается индикатор USB.

Logging	# Rows	Separator		Done
	OOK	Guinna		↑

Logging On/Off — включается (On) или отключается (Off) запись находящихся в памяти собранных показателей на USB-накопитель, подключенный к USB-порту на лицевой панели. Если включена запись данных на USB-накопитель, показания сохраняются в файлы на USB-накопителе. Однако после выключения и повторного включения питания показания не восстанавливаются в памяти для показаний.

Rows — определяет ограничение по числу строк (максимальное количество строк для данных развертки), которые будут записываться в каждый файл записи данных. Можно выбрать один из трех вариантов: **65k** (ограничение каждого файла записи данных составит 65 536 строк на файл), **1M** (ограничение каждого файла записи данных составит 1 048 576 строк на файл) или **Infinite** (ограничение по числу байт, допустимому в файловой системе, — до 4 Гбайт или в зависимости от доступного пространства хранения).



Separator — определяет символ (Comma (запятая), Tab (табуляция) или Semicolon (точка с запятой)), который используется для разделения данных в строке.

Структура папок и файлов

Описание папки

Сохраненные собранные данные будут каждый раз сохраняться в папке верхнего уровня с именем

/DAQ970A/[серийный_номер_прибора]/[ггггммдд_ччммссммм].

Квадратные скобки ([]) фактически не являются частью имени папки, а ггггммдд_ччммссммм — это отметка приблизительного времени начала сбора данных. Формат: год (гггг), месяц (мм), день (дд), символ подчеркивания (_), часы (чч), минуты (мм), секунды (сс) и миллисекунды (ммм).

Например, папка с именем

/DAQ970A/MY00012345/20181127_134523123

отмечает сбор данных с помощью прибора с номером МY00012345, начавшийся 27 ноября 2018 года примерно через 23,123 секунды после 13:45.

Описание файла

Описанная выше папка верхнего уровня будет содержать файлы двух типов. Первый — файл с именем

config.csv.

Это текстовый файл, в котором будут зафиксированы настройки прибора для этого сеанса сбора данных. Отметка времени уже описывалась выше. В этом файле указываются настройки прибора в удобной для человеческого восприятия форме.

Дополнением к файлу config.csv будут один или несколько файлов данных с именем

dat#####.csv.

При использовании команды MMEMory:FORMat:READing:RLIMit OFF все данные сохранятся в одном файле с именем dat00001.csv.

Можно использовать команду MMEMory:FORMat:READing:RLIMit ON для ограничения объема данных до 64 Кбайт — 1 (65 535) разверток на файл, в данном случае развертки сохранятся в нескольких файлах с именами dat00001.csv, dat00002.csv, dat00003.csv и т. д. Это удобно для импорта данных в электронную таблицу или иную программу для анализа данных. Обратите внимание, что импортировать данные в некоторые программы для работы с электронными таблицами или анализа данных будет проще, если изменить расширение файлов с csv на txt. Если файл данных импортируется в используемую программу неправильно, попытайтесь изменить его расширение.

Содержимое файлов данных

Запись в файлы данных поддерживается только для каналов, внесенных в список сбора данных. Возможные каналы показаны в таблице ниже; обратите внимание, что s означает номер слота, то есть 1, 2 или 3.

Модуль	Описание	Каналы
DAQM900A	20-канальный модуль мультиплексора на основе полевых транзисторов	s01-s20
DAQM901A	20-канальный 2-проводной модуль мультиплексора с якорем	s01-s20
DAQM902A	16-канальный 2-проводной модуль гер- конового мультиплексора	s01-s16
DAQM907A	2-канальный вход цифрового ввода- вывода	s01-s02
DAQM907A	1-канальный счетчик, 4-канальный ЦАП	s03, s04–s07
DAQM908A	40-канальный 1-проводной модуль мультиплексора с якорем	s01-s40

Например, модуль DAQM901A поддерживает каналы 101-120, 201-220 или 301-320.

Формат всех файлов данных на USB-накопителе соответствует формату, используемому по умолчанию приложением регистратора данных Keysight BenchLink. По умолчанию в качестве разделителя полей используется запятая, но с помощью программной кнопки **Seperator** можно выбрать другой разделитель.

№ развертки Время Канал 201 (В Канал 202 (В пост. тока) пост. тока) 1 11/27/2018 08:07:12:237 0,36823663 1,23895216 2 11/27/2018 08:07:13:237 0,62819233 0,98372939 3 11/27/2018 08:07:14:237 0,38238212 0,39382906 4 11/27/2018 08:07:15:237 0,46773299 0,55543345 5 11/27/2018 08:07:16:237 1,32323567 0,21213335

Далее приводится пример файла.

- Номера каналов и соответствующие единицы измерения отображаются в строке заголовка.
- Если включена функция ограничения по числу строк и данные распределены по нескольким файлам, отсчет числа сборов данных продолжается с того номера, на котором остановился отсчет в предыдущем файле. Таким образом, первый сбор данных во втором файле данных будет иметь номер 65 536, в третьем 131 071 и так далее.

Веб-интерфейс

В систему сбора данных/коммутации Keysight DAQ970A входит встроенный веб-интерфейс для мониторинга и управления прибором через веб-браузер.

Веб-интерфейс можно открыть двумя способами.

- Интерфейс локальной сети: подключите прибор к интерфейсу локальной сети и введите его IP-адрес в адресную строку браузера на компьютере.
- Keysight IO Libraries Suite: выберите прибор в Connection Expert и нажмите кнопку «Web UI». Прежде чем приступить к настройке интерфейса дистанционного управления, убедитесь, что установлен пакет Keysight IO Libraries Suite.

ПРИМЕЧАНИЕ

Далее приводится общее описание вкладок, отображаемых в верхней части окна веб-интерфейса. Чтобы узнать подробнее, откройте нужную вкладку и нажмите кнопку справки ?.

Страница «Home»

На странице «Home» отображается основная информация о приборе. Щелкните **More Information** или **Less Information**, чтобы развернуть или свернуть сведения о локальной сети и о соответствии стандарту LXI. Чтобы изменить отображаемую здесь информацию, перейдите на страницу «Control Instrument».

	Configure LAN 3	
Enable front panel identification	Indicator	LXI
Description		
Model number	DAQ970A Data Acquisition System	
Manufacturer	Keysight Technologies	
Serial number	PROTO00010	
	A.01.03-01.00-01.03-00.02-01.00-02-01	
Firmware revision		
Firmware revision Description	Keysight DAQ970A Data Acquisition System	
Firmware revision Description VISA instrument addresses	Keysight DAQ970A Data Acquisition System	
Firmware revision Description VISA instrument addresses HISLIP LAN protocol	Keysight DAQ970A Data Acquisition System TCPIP::K-DAQ970A-0010.local::hislip0::INSTR	
Firmware revision Description VISA instrument addresses HISLIP LAN protocol VXI-11 LAN protocol	Keysight DAQ970A Data Acquisition System TCPIP::K-DAQ970A-0010.local::hislip0::INSTR TCPIP::K-DAQ970A-0010.local::inst0::INSTR	
Firmware revision Description VISA instrument addresses HISLIP LAN protocol VXI-11 LAN protocol TCP/IP SOCKET protocol	Keysight DAQ970A Data Acquisition System TCPIP::K-DAQ970A-0010.local::hislip0::INSTR TCPIP::K-DAQ970A-0010.local::hisl0::INSTR TCPIP::K-DAQ970A-0010.local::hisl0::INSTR TCPIP::K-DAQ970A-0010.local::hisl0::INSTR	

Система сбора данных Keysight DAQ970A - Руководство по эксплуатации

Установите флажок «Enable front panel identification indicator», чтобы включить визуальный индикатор, позволяющий опознать прибор DAQ970A, например, найти его в стойке.

Положение индикатора и его тип могут различаться. Обычно в качестве индикаторов используются светодиоды, экранные сообщения или сообщения в диалоговом окне.

Чтобы отключить индикатор, снимите флажок.

Страница «Control Instrument»

<complex-block></complex-block>	1 %
	I X
© 2017 Keysight Technologies, Inc. Support Products Keysight Configure LAN Configure LAN Serial number: PROTOBOOD Keysight Configure LAN © Configure LAN Configure LAN © Configure LAN Configure LAN © Products Variant Configuration of the instrument © Configure LAN Automatic Products Products Automatic Products Products Configure LAN ©	
A H И ЦА « Configure LAN» EXENSIGE: DAQ970A Data Acquisition System Serial number: PROTODODIO Exeral number: PROTODODIO More Control Instrument Configure LAN C Configure LAN Configuration of the instrument IP Address Configuration Mutualic IP Address Configuration Automatic IP Address Configuration Configuration Configuration Automatic IP Address Configuration C	
ANULIA «Configure LAN» Mere DAO970A Data Acquisition System Serial number: PROTODUOID More Configure LAN Onfigure LAN Officer LAN Officer LAN Officer LAN Configuration of the instrument PAddress Configuration of the instrument PAddress Acquisition of the instrument PAddress Acquisition System Subnet Mask Acquisition System Subnet Mask Acquisition System Subnet Mask Acquisition System Subnet Mask Acquisition System Description Descr	
AHULA «Configure LAN» EVENDED DAG970A Data Acquisition System Setial number: PROTO00001 More Control Instrument Configure LAN Configure LAN Configure LAN Configure LAN Current LAN configuration of the instrument P Address Configuration Automatic P Address Current LAN configuration Automatic P Address Current LAN configuration E Address Subnet Mask F Address Subnet Mask F Address Subnet Mask F Address F Ad	
Keysight DAQ970A Data Acquisition System Serial number: PROTO00010 Imme Configure LAN Configure LAN PAddress Automatic IP Address Subnet Mask Default Gateway DisServer(s) Desired Hostname K-DAQ970A-Data Acquisition System	
Kerster DAQ970A Data Acquisition System Imme Control Instrument Control Instrument Configure LAN Current LAN configuration Automatic P Address Subnet Mask Paddress Subnet Mask Default Gateway Disserver(s) Desired Hostname K-DAQ970A.0010 Desired Hostname Keysight DAQ970A Data Acquisition System	
Home Configure LAN Image: Configure LAN Image: Configure LAN Configure LAN configuration of the instrument Automatic Image: Configuration IP Address Image: Configuration Automatic IP Address Image: Configuration Image: Configuration Subnet Mask Image: Configuration Image: Configuration Default Gateway Image: Configuration Image: Configuration Dis Server(s) Image: Configuration K-DAQ970A-0010 Desired Hostname K-DAQ970A Data Acquisition System	¢
Home Configure LAN Configure LAN Current LAN configuration of the instrument IP Address Configuration Automatic IP Address Automatic Subnet Mask Image: Configure LAN Default Gateway Image: Configure LAN Disserver(s) Image: Configure LAN Desired Hostname K-DAQ970A-0010 Description Keysight DAQ970A Data Acquisition System	
Configure LAN Current LAN configuration of the insurence IP Address Configuration Automatic IP Address Automatic Subnet Mask Image: Configuration Default Gateway Image: Configuration Desired Hostname K-DAQ970A-0010 Description Keysight DAQ970A Data Acquisition System	
Configure LAN Current LAN configuration of the insurence IP Address Configuration Automatic IP Address Automatic IP Address In Address Subnet Mask In Address Default Gateway In Address Dis Server(s) Intercent on the insurence Desired Hostname K-DAQ970A-0010 Description Keysight DAQ970A Data Acquisition System	
Current LAN configuration of the instrument IP Address Configuration Automatic IP Address Image: Configuration IP Address Image: Configuration Subnet Mask Image: Configuration Default Gateway Image: Configuration Dis Server(s) Image: Configuration Desired Hostname K-DAQ970A-0010 Description Keysight DAQ970A Data Acquisition System	
Current LAN configuration of the instrument IP Address Configuration Automatic IP Address IP Subnet Mask IP Default Gateway IP DNS Server(s) IP Description K-DAQ970A-0010 Description Keysight DAQ970A Data Acquisition System	
IP Address Configuration Automatic IP Address Image: Configuration Subnet Mask Image: Configuration Default Gateway Image: Configuration DNS Server(s) Image: Configuration Desired Hostname K-DAQ970A-0010 Description Keysight DAQ970A Data Acquisition System	
IP Address Image: Constraint of the second	
Subnet Mask Image: Subnet Mask Default Gateway Image: Subnet Mask DNS Server(s) Image: Subnet Mask Desired Hostname K-DAQ970A-0010 Description Keysight DAQ970A Data Acquisition System	
Default Gateway Image: Comparison of the comparison of	
DNS server(s) K-DAQ970A-0010 Description Keysight DAQ970A Data Acquisition System	
Desired Hostname K-DAQ9/0A-0010 Description Keysight DAQ970A Data Acquisition System Desired mDNS service name	
Description Keysight DAQ9/UA Data Acquisition System Desired mDNS service name	
Edit	
Advanced options	

180
Нажмите кнопку Edit, чтобы изменить настройки сети на этой странице. Затем нажмите Apply Changes, чтобы применить новые настройки, или Cancel, чтобы отменить их.

Нажмите кнопку Advanced options, чтобы сбросить настройки сети.

Страница справки

Справка доступна для каждой вкладки, описанной выше. Например:

		~		
KEYSIGHT TECHNOLOGIES	DAQ970A Data Acquisition System Help			
Home Page Help				
The <i>Keysight Technologies</i> web pages for the DAQ970A Data Acquisition System will help you get your system up and running as quickly as possible. If you have trouble with the instrument, contact Keysight by clicking on the Support link that appears in the footer of the page.				
The Home Page displays detailed configuration information about the DAQ970A Data Acquisition System.				
 The information presented is specified by the LXI Consortium and is consistent across instruments. You can use this information to form addresses needed to run SICL or VISA programs (for example). Actions, the navigation bar, and information fields are described below. 				

Обзор меню [Channel]

Обзор модулей

В этом разделе приведено описание подключаемых модулей вместе с упрощенными схемами и блоксхемами. Также прилагается журнал проводки, чтобы вам было проще фиксировать конфигурацию проводки для каждого модуля.

20-канальный модуль мультиплексора на основе полевых транзисторов, DAQM900A

20-канальный модуль мультиплексора на якорных реле, DAQM901A

16-канальный модуль мультиплексора с герконовым реле, DAQM902A

20-канальный универсальный модуль коммутации/исполнительного механизма, DAQM903A

Модуль двухпроводной матричной коммутации 4x8 DAQM904A

Модуль с двумя ВЧ-мультиплексорами 1:4 (50 Ом), DAQM905A

Многофункциональный модуль DAQM907A

40-канальный модуль несимметричного мультиплексора DAQM908A

20-канальный модуль мультиплексора на основе полевых транзисторов, DAQM900A

Этот модуль разделен на два блока по 10 двухпроводных каналов каждый. Все 20 каналов можно переключить в режим входа HI или LO, что позволяет обеспечить полностью изолированные входы для внутреннего цифрового мультиметра или внешнего прибора. При 4-проводных измерениях сопротивления каналы из блока A (канал n) автоматически объединяются с каналами из блока B (канал n + 10), чтобы обеспечить соединение источников и разъемов сбора данных. Модуль имеет встроенный эталонный спай термопары, благодаря которому число ошибок из-за перепадов температуры минимизируется.



осторожно

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Во избежание поражения электрическим током используйте провод, рассчитанный на максимальное напряжение в каналах. Перед тем как снять крышку модуля, отключите питание от внешних устройств, подключенных к модулю.

МНОЖЕСТВЕННЫЕ СИГНАЛЫ

Чтобы не допустить объединения нескольких источников сигнала, при мультиплексировании двух или более источников рекомендуется подключить их к отдельным модулям или к отдельным блокам одного модуля.

ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, все каналы в модуле должны рассматриваться как опасные. Провода всех каналов в модуле должны быть рассчитаны на максимальное номинальное напряжение. Термопары, подключенные к другим каналам модуля, должны иметь основную или дополнительную изоляцию, рассчитанную на максимальное номинальное напряжение, и должны быть изолированы от проводящих компонентов с помощью термопасты или изоленты, рассчитанных на максимальное номинальное напряжение. Не устанавливайте, не перемещайте и не демонтируйте термопары, когда тестируемое устройство подключено к источнику питания.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЗДОРОВЬЯ И ТРУДА

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, необходимо контролировать прибор и тестируемое устройство и ограничить к ним доступ в соответствии с местными правилами по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды.

20-канальный модуль мультиплексора на якорных реле, DAQM901A

Этот модуль разделен на два блока по 10 двухпроводных каналов каждый. Для выполнения прямых откалиброванных измерений постоянного или переменного тока с помощью внутреннего цифрового мультиметра (внешние шунтирующие резисторы не требуются) в модуле доступны два дополнительных объединенных канала (всего 22 канала). Все 22 канала можно переключить в режим входа HI или LO, что позволяет обеспечить полностью изолированные входы для внутреннего цифрового мультиметра или внешнего прибора. При 4-проводных измерениях сопротивления каналы из блока A (канал n) автоматически объединяются с каналами из блока B (канал n + 10), чтобы обеспечить соединение источников и разъемов сбора данных. Модуль имеет встроенный эталонный спай термопары, благодаря которому число ошибок из-за перепадов температуры минимизируется.



ПРИМЕЧАНИЕ

Только один из каналов 21 или 22 может быть подключен к внутреннему цифровому мультиметру и/или порту COM; если один канал подключен, то другой закрыт (таким образом, произойдет замыкание входа I на LO).

осторожно

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Во избежание поражения электрическим током используйте провод, рассчитанный на максимальное напряжение в каналах. Перед тем как снять крышку модуля, отключите питание от внешних устройств, подключенных к модулю.

МНОЖЕСТВЕННЫЕ СИГНАЛЫ

Чтобы не допустить объединения нескольких источников сигнала, при мультиплексировании двух или более источников рекомендуется подключить их к отдельным модулям или к отдельным блокам одного модуля.

ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, все каналы в модуле должны рассматриваться как опасные. Провода всех каналов в модуле должны быть рассчитаны на максимальное номинальное напряжение. Термопары, подключенные к другим каналам модуля, должны иметь основную или дополнительную изоляцию, рассчитанную на максимальное номинальное напряжение, и должны быть изолированы от проводящих компонентов с помощью термопасты или изоленты, рассчитанных на максимальное номинальное напряжение. Не устанавливайте, не перемещайте и не демонтируйте термопары, когда тестируемое устройство подключено к источнику питания.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЗДОРОВЬЯ И ТРУДА

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, необходимо контролировать прибор и тестируемое устройство и ограничить к ним доступ в соответствии с местными правилами по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды.

16-канальный модуль мультиплексора с герконовым реле, DAQM902A

Этот модуль разделен на два блока по 8 двухпроводных каналов каждый. Используйте этот модуль в тех случаях, когда нужна высокая скорость сбора данных и высокая пропускная способность при автоматизированных тестах. Все 16 каналов можно переключить в режим входа HI или LO, что позволяет обеспечить полностью изолированные входы для внутреннего цифрового мультиметра или внешнего прибора. При 4-проводных измерениях сопротивления каналы из блока A (канал n) автоматически объединяются с каналами из блока B (канал n + 8), чтобы обеспечить соединение источников и разъемов сбора данных. Модуль имеет встроенный эталонный спай термопары, благодаря которому число ошибок из-за перепадов температуры минимизируется.



ПРИМЕЧАНИЕ

Для измерения силы тока с помощью этого модуля необходимы внешние шунтирующие резисторы.

осторожно

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Во избежание поражения электрическим током используйте провод, рассчитанный на максимальное напряжение в каналах. Перед тем как снять крышку модуля, отключите питание от внешних устройств, подключенных к модулю.

МНОЖЕСТВЕННЫЕ СИГНАЛЫ

Чтобы не допустить объединения нескольких источников сигнала, при мультиплексировании двух или более источников рекомендуется подключить их к отдельным модулям или к отдельным блокам одного модуля.

ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, все каналы в модуле должны рассматриваться как опасные. Провода всех каналов в модуле должны быть рассчитаны на максимальное номинальное напряжение. Термопары, подключенные к другим каналам модуля, должны иметь основную или дополнительную изоляцию, рассчитанную на максимальное номинальное напряжение, и должны быть изолированы от проводящих компонентов с помощью термопасты или изоленты, рассчитанных на максимальное номинальное напряжение. Не устанавливайте, не перемещайте и не демонтируйте термопары, когда тестируемое устройство подключено к источнику питания.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЗДОРОВЬЯ И ТРУДА

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, необходимо контролировать прибор и тестируемое устройство и ограничить к ним доступ в соответствии с местными правилами по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды.

Обзор меню [Channel]

20-канальный универсальный модуль коммутации/исполнительного механизма, DAQM903A

Этот модуль включает 20 независимых самоблокирующихся реле с однополюсным переключателем (форма C). Этот модуль может подавать ток 300 В, 1 А (максимальная подаваемая мощность 50 Вт) для тестирования или приведения в действие внешнего устройства. Винтовые зажимы на модуле обеспечивают доступ к нормально разомкнутым, нормально замкнутым и общим контактам для каждого из 20 переключателей. Этот модуль не подключается к внутреннему цифровому мультиметру. Используйте этот модуль в тех случаях, когда нужны высоконадежные контакты или качественные соединения немультиплексированных сигналов.

Рядом с винтовыми зажимами предусмотрена монтажная плата для создания собственных цепей, например простых фильтров, демпферов и делителей напряжения. Туда можно вставить собственные компоненты, но разметки там нет. Придется создавать собственную электросхему и путь прохождения сигналов.



ПРИМЕЧАНИЕ	Этот модуль позволяет закрыть несколько каналов одновременно.
	Команды CLOSE и OPEN для канала управляют состоянием нормально разо- мкнутого контакта (NO) при подключении к порту COM на каждом канале. Напри- мер, при использовании команды CLOSE 201 выполняется подключение нормально разомкнутого контакта к порту COM на канале 01.
осторожно	ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ Во избежание поражения электрическим током используйте провод, рас- считанный на максимальное напряжение в каналах. Перед тем как снять крышку модуля, отключите питание от внешних устройств, подключенных к модулю.
	МНОЖЕСТВЕННЫЕ СИГНАЛЫ Чтобы не допустить объединения нескольких источников сигнала, при мульти- плексировании двух или более источников рекомендуется подключить их к отдель-

ным модулям или к отдельным блокам одного модуля.

ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, все каналы в модуле должны рассматриваться как опасные. Провода всех каналов в модуле должны быть рассчитаны на максимальное номинальное напряжение. Термопары, подключенные к другим каналам модуля, должны иметь основную или дополнительную изоляцию, рассчитанную на максимальное номинальное напряжение, и должны быть изолированы от проводящих компонентов с помощью термопасты или изоленты, рассчитанных на максимальное номинальное напряжение. Не устанавливайте, не перемещайте и не демонтируйте термопары, когда тестируемое устройство подключено к источнику питания.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЗДОРОВЬЯ И ТРУДА

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, необходимо контролировать прибор и тестируемое устройство и ограничить к ним доступ в соответствии с местными правилами по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды.

Обзор меню [Channel]

Двухпроводной модуль матричного коммутатора 4x8, DAQM904A

Этот модуль включает 32 двухпроводных коммутационных элемента, расположенных в 4 ряда по 8 столбцов. Можно соединять строки и столбцы нескольких модулей для создания более крупных матриц, например 8×8 и 4×16, однако количество коммутационных элементов в одном базовом блоке не должно превышать 96. Используйте этот модуль для одновременного подключения нескольких приборов к нескольким элементам или для создания любой комбинации входов и выходов на тестируемом устройстве.

Этот модуль не подключается к внутреннему цифровому мультиметру. Каждое реле коммутационного элемента имеет уникальную метку канала, обозначающую строку и столбец. Например, канал 32 обозначает пересечение 3 строки и 2 столбца (см. ниже).



примечание Этот модуль позволяет закрыть несколько каналов одновременно.

осторожно

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Во избежание поражения электрическим током используйте провод, рассчитанный на максимальное напряжение в каналах. Перед тем как снять крышку модуля, отключите питание от внешних устройств, подключенных к модулю.

МНОЖЕСТВЕННЫЕ СИГНАЛЫ

Чтобы не допустить объединения нескольких источников сигнала, при мультиплексировании двух или более источников рекомендуется подключить их к отдельным модулям или к отдельным блокам одного модуля.

ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, все каналы в модуле должны рассматриваться как опасные. Провода всех каналов в модуле должны быть рассчитаны на максимальное номинальное напряжение. Термопары, подключенные к другим каналам модуля, должны иметь основную или дополнительную изоляцию, рассчитанную на максимальное номинальное напряжение, и должны быть изолированы от проводящих компонентов с помощью термопасты или изоленты, рассчитанных на максимальное номинальное напряжение. Не устанавливайте, не перемещайте и не демонтируйте термопары, когда тестируемое устройство подключено к источнику питания.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЗДОРОВЬЯ И ТРУДА

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, необходимо контролировать прибор и тестируемое устройство и ограничить к ним доступ в соответствии с местными правилами по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды.

Обзор меню [Channel]

Модуль с двумя ВЧ-мультиплексорами 1:4 (50 Ом), DAQM905A

Эти модули состоят из двух независимых блоков мультиплексоров 4-к-1 с возможностью широкополосной коммутации для высокочастотных и импульсных сигналов. Каналы в каждом блоке упорядочены в древовидную структуру, что обеспечивает высокий уровень изоляции и низкий КСВН. Оба модуля имеют общее заземление, обеспечивают низкий уровень перекрестных помех и минимальные вносимые потери. Для создания больших ВЧ-мультиплексоров можно последовательно подключить несколько блоков.

Этот модуль не подключается к внутреннему цифровому мультиметру. Можно подключить сигналы напрямую к встроенным разъемам SMB или к кабелям SMB-BNC, входящим в комплект поставки модуля.



ПРИМЕЧАНИЕ

Одновременно можно закрыть только один канал в блоке этих модулей; при закрытии одного канала в блоке будет открыт канал, закрытый ранее. Один канал в каждом блоке всегда подключен к СОМ.

Этот модуль отвечает только на команду CLOSE (команда OPEN не используется). Чтобы открыть канал, отправьте команду CLOSE на другой канал в том же блоке.

осторожно

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Во избежание поражения электрическим током используйте провод, рассчитанный на максимальное напряжение в каналах. Перед тем как снять крышку модуля, отключите питание от внешних устройств, подключенных к модулю.

МНОЖЕСТВЕННЫЕ СИГНАЛЫ

Чтобы не допустить объединения нескольких источников сигнала, при мультиплексировании двух или более источников рекомендуется подключить их к отдельным модулям или к отдельным блокам одного модуля.

ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, все каналы в модуле должны рассматриваться как опасные. Провода всех каналов в модуле должны быть рассчитаны на максимальное номинальное напряжение. Термопары, подключенные к другим каналам модуля, должны иметь основную или дополнительную изоляцию, рассчитанную на максимальное номинальное напряжение, и должны быть изолированы от проводящих компонентов с помощью термопасты или изоленты, рассчитанных на максимальное номинальное напряжение. Не устанавливайте, не перемещайте и не демонтируйте термопары, когда тестируемое устройство подключено к источнику питания.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЗДОРОВЬЯ И ТРУДА

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, необходимо контролировать прибор и тестируемое устройство и ограничить к ним доступ в соответствии с местными правилами по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды.

Обзор меню [Channel]

Многофункциональный модуль DAQM907A

Этот модуль объединяет два 8-битовых порта цифрового ввода-вывода, счетчик 100 кГц и два аналоговых выхода ±12 В (ЦАП). Для обеспечения большей гибкости можно считывать показания цифровых входов и счетчика во время сбора данных. Используйте этот модуль для определения состояния и управления внешними устройствами, например электромагнитными катушками, реле мощности и СВЧ-переключателями.

Цифровой ввод-вывод (DIO)



Цифровой ввод-вывод состоит из двух 8-битовых портов с входами и выходами, поддерживающими TTL. Выводы с открытым стоком могут понижать силу тока до 400 мА. На передней панели можно считывать данные только с одного 8-битового входного порта за раз. В дистанционном режиме можно считывать данные с обоих портов одновременно только как 16-битовое слово, если ни один из портов не находится в списке сбора данных.

Суммирование входных данных



26-битовый счетчик может суммировать импульсы с частотой 100 кГц. Можно настроить счетчик для сбора данных по переднему или по заднему фронту входного сигнала. Применение высокого сигнала TTL к контакту **G**обеспечивает включение суммирования, а низкого сигнала — отключает суммирование. Применение низкого сигнала TTL к контакту **G**обеспечивает включение суммирования, а высокого сигнала — отключает суммирование. Счетчик суммирует данные, только когда включены оба контакта. Переместите перемычку суммирования порогов в положение AC, чтобы выявить изменения при 0 В. Переместите перемычку в положение TTL (заводская настройка), чтобы определить изменения на пороговых значениях TTL.

Аналоговый вывод (ЦАП) и разъем сбора данных



Два аналоговых вывода (каналы 04 и 05) и разъемы сбора данных (каналы 06 и 07) способны выводить откалиброванные данные о напряжении или силе тока с разрешением 18 бит. Силу выходного тока ЦАП необходимо ограничить до 40 мА для всех слотов (два канала ЦАП). В таблице ниже приведены выходные значения ЦАП в режиме тока и режиме напряжения.

Режим	Сила тока	Напряжение
Режим тока	± 24 мА	± 12 B
Режим напря-	± 15 мА	± 12 B
жения		

осторожно

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Во избежание поражения электрическим током используйте провод, рассчитанный на максимальное напряжение в каналах. Перед тем как снять крышку модуля, отключите питание от внешних устройств, подключенных к модулю.

Обзор меню [Channel]

40-канальный модуль несимметричного мультиплексора DAQM908A

Этот модуль разделен на два блока по 20 каналов каждый. Все 40 каналов могут переключаться только на HI, а режим LO используется как общий для всего модуля. Используйте этот модуль в тех случаях, когда нужна высокая интенсивность коммутации, которая требует однопроводных входов с общим разъемом LO.



ПРИМЕЧАНИЕ

Одновременно может быть закрыт только один канал; при закрытии одного канала будет открыт канал, закрытый ранее.

Этот модуль нельзя использовать для прямого измерения силы тока или 4-проводного измерения.

ОСТОРОЖНО ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Во избежание поражения электрическим током используйте провод, рассчитанный на максимальное напряжение в каналах. Перед тем как снять крышку модуля, отключите питание от внешних устройств, подключенных к модулю.

МНОЖЕСТВЕННЫЕ СИГНАЛЫ

Чтобы не допустить объединения нескольких источников сигнала, при мультиплексировании двух или более источников рекомендуется подключить их к отдельным модулям или к отдельным блокам одного модуля.

ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, все каналы в модуле должны рассматриваться как опасные. Провода всех каналов в модуле должны быть рассчитаны на максимальное номинальное напряжение. Термисторы, подключенные к другим каналам модуля, должны иметь основную или дополнительную изоляцию, рассчитанную на максимальное номинальное напряжение, и должны быть изолированы от проводящих компонентов с помощью термопасты или изоленты, рассчитанных на максимальное номинальное напряжение. Не устанавливайте, не перемещайте и не демонтируйте термисторы, когда тестируемое устройство подключено к источнику питания.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЗДОРОВЬЯ И ТРУДА

Если хотя бы один канал подключен к источнику опасного напряжения, необходимо контролировать прибор и тестируемое устройство и ограничить к ним доступ в соответствии с местными правилами по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды.

Общие рекомендации по подключению приборов Основные принципы измерения Мультиплексирование и коммутация слабых сигналов Исполнительные механизмы и коммутация для базовых задач Матричная коммутация Мультиплексирование ВЧ-сигналов Многофункциональный модуль Срок службы и профилактическое обслуживание реле

В этой главе описаны способы сокращения количества погрешностей, которые могут влиять на измерения. В ней также приведена информация, более подробно описывающая, как DAQ970A выполняет измерения и как улучшить результаты.

Общие рекомендации по подключению приборов

В этом разделе описываются способы избежать погрешностей измерения, которые могут возникнуть из-за системных кабелей. Многих ошибок, связанных с системными кабелями, можно избежать, правильно выбрав кабель и схему заземления системы.

Технические характеристики кабеля Способы заземления Методы экранирования Разделение сигналов высокого и низкого уровня Источники ошибок, связанных с системными кабелями

Технические характеристики кабеля

Существует множество универсальных и специальных кабелей. Выбор типа кабеля зависит от следующих факторов.

- Требования к сигналу напряжение, частота, точность и скорость измерения.
- Требования к внутренним соединениям размер проводов, длина и схема прокладки кабелей.
- Требования к обслуживанию промежуточные соединители, наконечники кабелей, зажимы, длина и схема прокладки кабелей.

Существуют различные классификации кабелей. При выборе кабеля обязательно проверьте следующие технические характеристики:

- Номинальный импеданс (сопротивление изоляции) изменяется в зависимости от частоты входного сигнала. Проверьте характеристики перехода HI-LO, между каналами и между HI/LO и экраном. В системах, в которых применяются высокие радиочастоты, имеются строгие требования к импедансу кабеля.
- Предельное диэлектрическое напряжение должно быть достаточно высоким для используемой системы.
- ОСТОРОЖНО Во избежание поражения электрическим током или повреждения оборудования обеспечьте изоляцию всех каналов в соответствии с максимальным потенциалом системы. Рекомендуется использовать провод с изоляцией, рассчитанной на минимальное напряжение 600 В.

 Сопротивление кабеля — зависит от сечения провода и длины кабеля. Чтобы свести сопротивление кабеля к минимуму, используйте провод максимально допустимого сечения и минимально возможной длины. В следующей таблице указаны значения стандартного сопротивления медных проводов различного сечения (температурный коэффициент медного провода составляет 0,35% на 1 °C).

AWG	Ом/фут (2 провода) при 25 °C
14	5 мОм
16	10 мОм
18	15 мОм
20 ^[1]	20 мОм
22	30 мОм
24	50 мОм

[1] Рекомендуемый размер провода для наконечников с креплением под винт на подключаемых модулях DAQ970A.

 Емкость кабеля — зависит от типа изоляции, длины и экранирующей оболочки кабеля.
 Чтобы свести емкость кабеля к минимуму, используйте кабель минимально возможной длины. В некоторых случаях можно использовать кабели малой емкости.

Тип кабеля	Номинальный импе₌ данс	Емкость	Затухание
Витая пара	100 Ом при 1 МГц	10–20 пФ/фут	До 1 дБ/100 футов при 1 МГц
Экранированная витая пара	100 Ом при 1 МГц	10–20 пФ/фут	До 1 дБ/100 футов при 1 МГц
Коаксиальный	50 или 75 Ом при 100 МГц	15–25 пФ/фут	До 6 дБ/100 футов при 100 МГц
Плоская витая пара	100 Ом при 1 МГц	15–20 пФ/фут	До 1 дБ/100 футов при 1 МГц

В таблице ниже перечислены типовые технические характеристики кабелей.

Способы заземления

Цель заземления — избежать возникновения контуров заземления и свести к минимуму шум. В большинстве систем должно быть не менее трех отдельных цепей возврата через землю.

- 1. Одно заземление необходимо для сигналов. Можно также создать отдельные цепи заземления между сигналами высокого, низкого уровня и цифровыми сигналами.
- 2. Второе заземление используется для устройств с высоким уровнем шума, таких как реле, двигатели и системы высокой мощности.
- 3. Заземление используется для устройств с высоким уровнем шума, таких реле, двигатели и системы высокой мощности.

Обычно если частота не превышает 1 МГц или используются сигналы низкого уровня, можно использовать заземление в одной точке (см. рисунок ниже). Параллельное заземление лучше, но дороже и сложнее в плане проводки. Если в системе достаточно заземления в одной точке, наиболее важные точки (с наиболее низким уровнем и/или наибольшими требованиями к точности измерений) необходимо расположить около основной точки заземления. Если частота превышает 10 МГц, следует использовать отдельную систему заземления. Для сигналов в диапазоне от 1 до 10 МГц можно использовать систему с одной точкой заземления, если наибольший путь возврата через землю не превышает 1/20 длины волны. В любом случае необходимо свести к минимуму сопротивление и индуктивность пути возврата.



Методы экранирования

Экранирование должно обеспечивать защиту как от емкостных (электростатических), так и от индуктивных (электромагнитных) помех. Высокую эффективность защиты от емкостных помех обеспечивает дополнительный заземленный экран вокруг проводника. В коммутационных сетях такое экранирование часто реализуется с использованием коаксиальных кабелей и соединителей. Для повышения эффективности экранирования при частотах свыше 100 МГц рекомендуется использовать коаксиальный кабель с двойным экраном.

Наиболее эффективным методом экранирования от электромагнитных помех является уменьшение площади контура. При частотах ниже ста килогерц для защиты от электромагнитных помех можно использовать витую пару. Для защиты от электромагнитной и емкостной наводок следует использовать экранированную витую пару. Для максимальной защиты при частотах ниже 1 МГц убедитесь, что сам экран не проводит сигнал.



Разделение сигналов высокого и низкого уровня

Кабели, предназначенные для сигналов, уровень которых отличается более чем в 20 раз, следует прокладывать как можно дальше один от другого. Следует проверить весь тракт сигнала, в том числе кабели и смежные соединения. Все неиспользуемые линии следует заземлить (или привязать к линии LO) и расположить между чувствительными трактами сигналов. При прокладке проводки к винтовым креплениям модуля располагайте *аналогичные* функции в соседних каналах.

Источники ошибок, связанных с системными кабелями

Радиочастотные помехи

В условиях наличия сильных высокочастотных сигналов большинство приборов с функцией измерения напряжения могут выдавать неправильные показания. Источниками высокочастотных сигналов являются расположенные поблизости передатчики радио- и телевизионных сигналов, компьютерные мониторы и сотовые телефоны. Кроме того, высокочастотная энергия может воздействовать на внутренний цифровой мультиметр через системные кабели. Чтобы сократить помехи, попытайтесь свести к минимуму воздействие источников высокочастотных радиосигналов на кабели системы.

Если система слишком восприимчива к РЧ 1, излучаемым прибором, чтобы уменьшить это излу-

Ошибки термоэлектрических измерений ЭДС

При выполнении измерений напряжения постоянного тока низкого уровня наиболее частым источником ошибок является термоэлектрическое напряжение. Термоэлектрическое напряжение создается, если в соединениях цепи используются разнородные металлы при разных температурах. Каждое соединение металлов образует термопару, которая генерирует напряжение пропорционально разнице температур соединения. Следует принять необходимые меры, чтобы минимизировать напряжение термопары и колебания температуры при измерениях низковольтных напряжений. Лучше всего использовать обжимные медные соединения. В таблице ниже указаны общие значения термоэлектрического напряжения в соединениях разнородных металлов.

Медь и	Прибл. мкВ/°С
Медь	<0,3
Золото	0,5
Серебро	0,5
Латунь	3
Бериллиевая бронза	5
Алюминий	5
Ковар или сплав 42	40
Кремний	500
Оксид меди	1000
Кадмиево-оловянный припой	0,2
Оловянно-свинцовый припой	5

Шум в результате влияния магнитных полей

При выполнении измерений вблизи магнитных полей необходимо принять меры к тому, чтобы избежать наведения напряжений в соединениях, для которых выполняются измерения. Напряжение может наводиться при перемещении проводки входного соединения в неподвижном магнитном поле или при изменении магнитного поля. Неэкранированный, плохо заделанный входной провод, перемещающийся в магнитном поле заземления, может генерировать несколько милливольт. Переменное магнитное поле вокруг линии питания переменного тока тоже может наводить напряжение до нескольких сотен милливольт. Пользователю следует быть особенно осторожным при работе вблизи проводников, по которым проходит ток высокого напряжения.

По возможности проводку следует прокладывать вдали от магнитных полей. Магнитные поля обычно возникают вокруг электродвигателей, генераторов, телевизоров и компьютерных мониторов. Кроме того, при работе вблизи магнитных полей убедитесь, что для входной проводки используются подходящие фиксирующие зажимы и она надежно закреплена. Для подключения к прибору используйте витые пары, чтобы уменьшить площадь контура захвата шума, или заделывайте провода максимально близко друг к другу.

Шум в результате влияния заземляющих контуров

При измерении напряжения в цепях, когда встроенный мультиметр и тестируемый прибор используют общее заземление, формируется заземляющий контур. Как показано ниже, разница напряжений между двумя заземляющими эталонными точками (V_{земл}) приводит к тому, что ток проходит через провод измерения LO. Это приводит к возникновению напряжения рассогласования (V_L), значение которого прибавляется к измеренному напряжению.



где:

R_L = сопротивление выводов R_i = сопротивление изоляции цифрового мультиметра C_i = емкость изоляции цифрового мультиметра V_{земл} = напряжение фонового шума

I = электрический ток, возникший в результате $V_{_{3 \text{емл}}}=\frac{V_{_{3 \text{емл}}}}{R_L+Z}$ $Z~\approx~Z_{ci}~=~\frac{1}{2\pi fC}~\approx~10~M$ Ом при 50или 60Гц $V_L~=~I~\times~R_L$

Для минимизации ошибок в связи с возникновением «контура заземления»:

Если V_{земл} обозначает напряжение постоянного тока, значение R_L должно оставаться меньше R_i.

Если V_{земл} обозначает напряжение переменного тока, значение R_L должно оставаться меньше Z, а также необходимо установить время интеграции цифрового мультиметра, равное 1 PLC или больше.

Погрешности измерения сигналов переменного тока низкого уровня

Обратите внимание, что измерения переменного тока напряжением менее 100 мВ особенно чувствительны к погрешностям, связанным с внешними источниками помех. Используемые диагностические выводы работают как антенны, и встроенный цифровой мультиметр измеряет принимаемые сигналы. Весь тракт измерения, включая линию питания, работает как рамочная антенна. Ток, циркулирующий в таком контуре, создает напряжение рассогласования при любых значениях импеданса, возникающих последовательно входному сигналу прибора. Поэтому для подачи на прибор сигналов напряжения переменного тока низкого уровня следует использовать экранированные кабели. Кроме того, экран следует подсоединить к входному контакту LO.

Обязательно минимизируйте площадь контуров заземления, которые невозможно устранить. Источник с высоким импедансом чувствительнее к помехам, чем источник с низким импедансом. Высокочастотный импеданс источника можно снизить, подключив конденсатор параллельно входным разъемам прибора. Возможно, правильное значение емкости для конкретного случая потребуется определить опытным путем.

Большинство внешних помех не связано с входным сигналом. Погрешность можно определить, как показано далее.

Voltage Measured $= \sqrt{V_{in}^2 + Noise^2}$

Коррелированные шумы редки, но особенно вредны. Коррелированные шумы всегда добавляются непосредственно во входной сигнал. Эта погрешность часто возникает при измерении низкоуровневого сигнала с той же частотой, что и в локальной линии питания.

При коммутации сигналов высокого и низкого уровня в одном модуле следует соблюдать осторожность. Напряжения высокого уровня могут разряжаться в канале низкого уровня. Рекомендуется использовать два разных модуля или отделить высокоуровневые сигналы от низкоуровневых с помощью неиспользуемого канала, подключенного к заземлению.

Основные принципы измерения

В данном разделе разъясняется, как выполнять измерения с помощью модуля DAQ970A, и рассматриваются наиболее распространенные источники погрешностей.

Встроенный цифровой мультиметр Измерение температуры Измерение напряжения постоянного тока Измерение напряжения переменного тока Измерение силы тока Измерение сопротивления Измерение с помощью тензодатчиков Измерение частоты и периода Измерение емкости

Встроенный цифровой мультиметр

Встроенный цифровой мультиметр оснащен универсальным интерфейсом ввода для измерения с помощью преобразователей разного типа, не требующего дополнительной обработки внешнего сигнала. Встроенный цифровой мультиметр оснащен функциями обработки, усиления (или ослабления) и аналого-цифрового преобразования сигнала с высоким разрешением (до 22 бит). Ниже показана упрощенная схема встроенного цифрового мультиметра.



Встроенный цифровой мультиметр может непосредственно выполнять приведенные далее виды измерений. Каждое из этих измерений описывается в следующих разделах данной главы.

- Температура (термопара, 2- и 4-проводной резистивный датчик температуры, 2- и 4-проводной термистор)
- Напряжение (постоянный и переменный ток до 300 В)
- Сопротивление (2- и 4-проводной метод, до 1 ГОм)
- Ток (постоянный и переменный ток до 1 А)
- Частота и период (до 300 кГц)

• Деформация (прямые методы и мост)

Подавление напряжений наводки в линии питания

Желательной характеристикой интегрирующегося аналого-цифрового преобразователя является возможность подавления паразитных сигналов. Методы интегрирования позволяют подавлять наводку в линии питания, проявляющуюся в виде сигналов постоянного тока на входе. Это называется подавлением синфазного сигнала или NMR. Подавление синфазного сигнала достигается при измерении встроенным цифровым мультиметром среднего входного значения с интеграцией его в течение заданного периода времени. Если задать время интегрирования для всех циклов линии питания (PLC) для входных паразитных сигналов, эти погрешности (и их гармоники) будут в среднем близки нулю.

При подаче питания на встроенный цифровой мультиметр он измеряет частоту линии питания (50 Гц или 60 Гц) и использует данное значение для определения времени интегрирования. На следующем графике показано затухание сигналов переменного тока, измеренных с помощью функции напряжения постоянного тока для различных значений времени аналого-цифрового интегрирования. Обратите внимание, что частоты сигнала, кратные 1/Т, характеризуются сильным затуханием.



Измерение температуры

Как правило, измерение температуры с помощью преобразователя сводится к измерению сопротивления или напряжения и последующего преобразования его показаний в соответствующее значение температуры с помощью программного алгоритма прибора. Математическое преобразование основано на особых свойствах преобразователей. Ниже приводятся данные о точности математического преобразования для каждого типа преобразователя (без учета его точности).

Преобразователь	Точность преоб⊦ разования
Термопара	0,05 °C
Резистивный датчик	0,02 °C
температуры	

Преобразователь	Точность преоб-
	разования
Термистор	0,05 °C

Погрешности, связанные с измерениями температуры, включают все погрешности измерений сопротивления и напряжения постоянного тока, рассмотренные в других разделах данной главы. Источником самой существенной погрешности измерений температуры обычно является сам преобразователь.

Тип преобразователя температуры выбирается в соответствии с требованиями к измерению. Преобразователи каждого типа рассчитаны на конкретный диапазон температур и точность и имеют конкретную стоимость. В следующей таблице приводятся некоторые типичные характеристики преобразователей каждого типа. Эту информацию можно использовать для выбора преобразователя для конкретного случая. Точные характеристики конкретных преобразователей могут предоставить их производители.

Параметр	Термопара	Резистивный датчик температуры	Термистор
Диапазон температур	от -210 °С до 1820 °С	от -200 °C до 850 °C	от -80 °С до 150 °С
Тип измерения	Напряжение	2- или 4-проводное измерение сопротивления	2- или 4-проводное изме- рение сопротивления
Чувствительность преоб- разователя	от 6 мкВ/°С до 60 мкВ/°С	≈ R ₀ × 0,004 °C	≈ 400 Ом/°С
Точность пробника	от 0,5 °C до 5 °C	от 0,01 °С до 0,1 °С	от 0,1 °С до 1 °С
Стоимость (в долларах США)	1/фут	от 20 до 100 за шт.	от 10 до 100 за шт.
Прочность	Прочный	Хрупкий	Хрупкий

Измерения с помощью резистивного датчика температуры

Резистивный датчик температуры изготавливается из металла (обычно из платины), сопротивление которого при изменении температуры изменяется строго определенным образом. Встроенный цифровой мультиметр измеряет сопротивление резистивного датчика температуры и рассчитывает соответствующую температуру.

Резистивный датчик температуры — наиболее стабильный среди преобразователей. Кроме того, выходные значения резистивного датчика температуры достаточно линейны. Поэтому резистивный датчик температуры хорошо подходит для высокоточных длительных измерений. Модуль DAQ970A поддерживает резистивный датчик температуры с а = 0,00385 (DIN/IEC 751) при использовании программных преобразований ITS-90. Для обозначения резистивного датчика температуры с а = 0,00385 и R₀ = 100 Ом иногда используется специальная метка «РТ100».

Номинальное сопротивление резистивного датчика температуры определяется при 0 °С и обозначается как R₀. Модуль DAQ970A может выполнять измерения с помощью резистивного датчика температуры со значением R₀ в диапазоне от 100 Ом ± 1% или 1000 Ом ± 1%.

Для измерения с помощью резистивного датчика температуры можно использовать метод 2- и 4-

проводного измерения. Метод 4-проводного измерения позволяет наиболее точно измерить небольшие значения сопротивления. При использовании метода 4-проводного измерения сопротивление соединительных проводов автоматически устраняется.

Измерения с помощью термистора

Термистор изготавливается из материалов, сопротивление которых при изменении температуры изменяется нелинейно. Встроенный цифровой мультиметр измеряет сопротивление термистора и рассчитывает соответствующую температуру.

Чувствительность термисторов выше, чем у термопар и резистивных датчиков температуры. Поэтому термистор хорошо подходит для измерения очень малых изменений температуры. Однако показания термисторов очень нелинейные, особенно при высоких температурах, и они лучше всего работают при температурах ниже 100 °C.

Благодаря большому сопротивлению термисторы можно использовать при измерениях с помощью 2проводного метода. Встроенный цифровой мультиметр поддерживает термисторы с сопротивлением 2,2 кОм (44004), 5 кОм (44007) и 10 кОм (44006). Процедуры преобразования показаний термисторов, используемые в модуле DAQ970A, совместимы с *Международной температурной шкалой 1990 года* (ITS-90).

Измерения с помощью термопары

Термопара преобразует температуру в напряжение. При соединении двух проводов из разнородных металлов возникает напряжение. Напряжение зависит от температуры соединения и типа металлов в проводе термопары. Температурные характеристики многих разнородных металлов хорошо известны, поэтому по возникшему напряжению можно определить температуру соединения. Например, результаты измерения напряжения термопары типа Т (из медного и константанового проводов) можно записать следующим образом.

Внутренний цифровой мультиметр



Однако следует учесть, что соединения между проводом термопары и встроенным цифровым мультиметром создают вторую, нежелательную термопару — константановый (С) провод подключается к входному медному (Cu) разъему встроенного цифрового мультиметра. Напряжение, создаваемое этой второй термопарой, влияет на измерение напряжения термопары типа Т.

Если известна температура термопары, созданной на разъеме J2 (входной разъем LO), то можно вычислить температуру термопары типа Т. Для этого необходимо соединить две термопары типа Т,

чтобы создать на входных разъемах встроенного цифрового мультиметра только соединения медьмедь, и поддерживать известную температуру второй термопары.

Для создания известной исходной температуры (0 °C) используется *ледяная ванна*. Если известны исходная температура и тип термопары, можно рассчитать температуру измеряемой с помощью данной термопары.



Внутренний цифровой мультиметр

Термопара типа Т уникальна тем, что один из ее проводников (медный) — из того же металла, что и входные разъемы встроенного цифрового мультиметра. При использовании термопары другого типа создаются две дополнительные термопары. Например, обратите внимание на подключение к термопаре типа J (железо и константан).

Внутренний цифровой мультиметр



Созданы две дополнительные термопары, железный (Fe) провод которых подключен к медным (Cu) входным разъемам встроенного цифрового мультиметра. Эти два соединения создают противоположные напряжения и поэтому взаимно компенсируют свое влияние. Однако если окажется, что температура входных разъемов разная, при выполнении измерения возникнет погрешность.

Для большей точности измерения следует выдвинуть медные диагностические выводы встроенного цифрового мультиметра ближе к области измерения и поддерживать одинаковую температуру соединений с термопарой.



Внутренний цифровой мультиметр

Такая цепь обеспечит точное измерение температуры. Однако использовать два подключения термопары и поддерживать известную температуру всех соединений непросто. Необходимость использования дополнительного подключения исключается благодаря закону промежуточных металлов. Согласно данному эмпирическому закону, третий металл (в данном примере железо (Fe)), вставленный между двумя разнородными металлами, не влияет на выходное напряжение при условии, что созданные соединения имеют одинаковую температуру. Удаление опорной термопары позволяет значительно упростить схему подключения.



Внутренний цифровой мультиметр

Данная цепь представляет собой наилучшее решение для точных подключений термопары.

Однако в некоторых случаях при выполнении измерений лучше исключить необходимость использования ледяной ванны (или любого другого внешнего источника опорного значения). С этой целью при выполнении подключений используется изотермический блок. Изотермический блок является не только диэлектриком, но и хорошим проводником тепла. Теперь помощью изотермического блока поддерживается одинаковая температура дополнительных термопар, созданных на разъемах J1 и J2.

При известной температуре изотермического блока можно выполнить точные измерения температуры. Для измерения температуры изотермического блока на нем устанавливается датчик температуры.



Существуют разные типы термопар. Тип обозначается одной буквой. В следующей таблице приводятся наиболее распространенные типы термопар и некоторые их основные характеристики.

примечание Процедуры преобразования показаний термопар, используемые в модуле DAQ970A, совместимы с Международной температурной шкалой 1990 года (ITS-90).

Типы термопар

Тип термопары	Полож. (+) про- вод	Отр. (-) провод	Диапазон тем- ператур	Точность пробника	Комментарии
В США Великобритания DIN Япония Франция	Платина -30% родий Серый — Красный Красный —	Платина -60% родий Красный — Серый Серый —	250-1820 °C	±0,5 °C	Высокая тем- пература. Не допускать загрязнения. Не вставлять в металлические трубки.
Е США Великобритания DIN Япония Франция	Никель-хром Фиолетовый Коричневый Красный Красный Желтый	Константан Красный Синий Черный Белый Синий	-200-1000 °C	±1–1,7 °C	Самое высокое выходное напря- жение. Самое высокое раз- решение.
Ј США Великобритания DIN Япония Франция	Железо Белый Желтый Красный Красный Желтый	Константан Красный Синий Синий Белый Черный	-210-1200 °C	±1,1-2,2 °C	Для вакуумных, инертных сред. Самая недорогая. Не рекомендуется использовать при низких тем- пературах.
К США Великобритания DIN Япония Франция	Никель-хром Желтый Коричневый Красный Красный Желтый	Никель-алю- миний Красный Синий Зеленый Белый Фиолетовый	-200–1370 °C	±1,1-2,2 °C	Для окис- лительных сред. Хорошая линей- ность при тем- пературе выше 8 °C.
N США Великобритания DIN Япония Франция	Нихросил Оранжевый — — — —	Нисил Красный — — — —	-200–1300 °C	±1,1-2,2 °C	Более высокая ста- бильность при высоких тем- пературах по срав- нению с типом К.
R США Великобритания DIN Япония Франция	Платина -13% родий Черный Белый Красный Красный Желтый	Родий Красный Синий Белый Белый Зеленый	-50-1760 °C	±0,6-1,5 °C	Более высокая температура. Не допускать загрязнения. Не вставлять в металлические трубки.

Тип термопары	Полож. (+) про-	Отр. (-) провод	Диапазон тем-	Точность	Комментарии
	вод		ператур	пробника	
S	Платина -10%	Платина	-50-1760 °C	±0,6-1,5 °C	Малая погреш-
Великобритания	Черный -	Синий			бильность.
DIN Япония	Белый Красный	Белый Белый			Высокая тем- пература.
Франция	Красный Желтый	Зеленый			Не допускать загрязнения. Не вставлять в металлические трубки.
T	Медь	Константан	-200-400 °C	±0,5-1 °C	Влагостойкая.
США	Синий	Красный			Имеет медный про-
Великобритания	Белый	Синий			вод.
DIN	Красный	Коричневый			Применяется при
Япония	Красный	Белый			низких тем-
Франция	Желтый	Синий			пературах.

ПРИМЕЧАНИЕ Константан: медь-никель; нихросил: никель-хром-кремний; нисил: никель-кремний-магний; —: отсутствует

Причины погрешности при измерении с помощью термопары

Погрешность опорного спая

Как правило, термопара создается путем сварки или пайки двух проводов для образования спая. При пайке в спай попадает третий металл. Если провода термопары имеют одинаковую температуру, влияние третьего металла практически не заметно.

Промышленные термопары свариваются методом емкостного разряда. Этот метод используется, чтобы предотвратить перегрев провода термопары рядом со спаем и диффузию в него частиц сварочного газа и атмосферных частиц.

Кроме того, причиной погрешности при измерении с помощью термопары могут стать слабый сварной шов или плохо пропаянное соединение. Непрочность спая термопары можно обнаружить, проверив ее сопротивление. Как правило, на неисправность термопары указывает сопротивление свыше 5 кОм. Модуль DAQ970A имеет встроенную функцию автоматической проверки термопары. Если эта функция включена, после каждого измерения с помощью термопары прибор выполняет измерение сопротивления канала для проверки правильности соединения.

Диффузионная погрешность

Диффузия в проводе термопары — это процесс изменения типа сплава по всей длине самого провода. В металле могут распространиться атмосферные частицы. При измерении такие изменения в сплаве провода могут вызвать небольшие изменения напряжения. Диффузия возникает из-за воздействия на провод высоких температур или механической нагрузки, например растяжения или вибрации.

Температурные погрешности, вызванные диффузией, трудно обнаружить, поскольку термопара попрежнему реагирует на изменения температуры и выдает почти правильные результаты. Влияние диффузии обычно проявляется в виде дрейфа показателей при измерении температуры.

Решить эту проблему поможет замена термопары, из-за которой возникла диффузионная погрешность. Диффузии также подвергаются удлинители термопары и соединения. Проверьте весь тракт измерения на признаки воздействия предельных температур или механической нагрузки. По возможности сведите к минимуму перепад температур на удлинителях термопары.

Параллельный импеданс

Из-за воздействия высоких температур или агрессивной среды могут ухудшиться свойства изоляции провода и удлинителя термопары. Пробои проявляются как сопротивление, параллельное спаю термопары. Особенно очевидно это явление в системах, в которых используется тонкий провод и достаточно высоко последовательное сопротивление проводов.

Экранирование

Снизить влияние синфазной наводки при измерении с помощью термопары помогает экранирование. Синфазную наводку генерируют такие источники, как линии питания и электродвигатели. Собственная емкость наводки воздействует на неэкранированные провода термопары. При протекании наведенного тока к заземлению через встроенный цифровой мультиметр не только создается распределенное сопротивление провода термопары, но и возникает погрешность напряжения. Отвести синфазную наводку на заземление и сохранить точность измерения можно путем экранирования провода термопары.



Синфазная наводка сильно влияет на показания встроенного цифрового мультиметра. Как правило, значение на выходе термопары составляет всего несколько милливольт, и несколько милливольт синфазной наводки могут вызвать перегрузку на входе встроенного цифрового мультиметра.

Погрешность расчета

Погрешность характерна для данного способа преобразования показаний напряжения термопары в значения температуры. Как правило, погрешности расчета очень малы по сравнению с погрешностями, связанными с термопарой, подключением проводки и опорным спаем.

Измерение напряжения постоянного тока

Чтобы точно измерить напряжение постоянного тока, «интерфейс» должен обработать входные данные до того, как аналоговый сигнал будет преобразован в цифровой. Обработка сигнала позволяет увеличить входное сопротивление, усилить слабые сигналы и ослабить сильные для обеспечения выбора диапазонов измерения.

Обработка сигналов для измерения постоянного тока

При обработке входного сигнала для измерения напряжения постоянного тока применяется как ослабление, так и усиление. Упрощенная схема обработки сигнала, поступающего на вход встроенного цифрового мультиметра, приведена далее:



Если входное напряжение меньше 12 В постоянного тока, переключатель низкого напряжения замыкается и входной сигнал поступает непосредственно на входной усилитель. Если напряжение выше, замыкается переключатель высокого напряжения и сигнал уменьшается в соотношении 100:1 до поступления на входной усилитель. Устанавливается подходящий коэффициент входного усилителя (x1, x10 или x100), чтобы на аналого-цифровом преобразователе получить сигнал в диапазоне ±12 В постоянного тока.

Для диапазонов с меньшими значениями напряжения входное сопротивление на встроенном цифровом мультиметре фактически соответствует таковому на входном усилителе. Входной усилитель использует входную цепь полевых транзисторов с низкими значениями тока смещения (менее 50 пА), позволяющую получить входное сопротивление более 10 ГОм. В диапазонах входных значений 100 В и 300 В входное сопротивление определяется общим сопротивлением делителя 100:1. Можно также установить входное сопротивление 10 МОм, замкнув на постоянной основе переключатель высокого напряжения.
Источники погрешностей при измерении напряжения постоянного тока

Подавление синфазного сигнала

Встроенный цифровой мультиметр должен быть полностью изолирован от заземленных цепей. Однако существует конечное сопротивление и емкость между входным разъемом LO и заземлением. Если на оба входных разъема поступит заземленный сигнал (V_f), то ток потечет через R_S и создаст падение напряжения V_I , как показано далее.

Результирующее напряжение (V1) служит входным значением для встроенного цифрового мультиметра. При приближении значения R_S к нулю погрешность также стремится к нулевому значению. Кроме того, если V_f соответствует частоте линии питания (50 Гц или 60 Гц), шум можно существенно снизить, установив в качестве времени интегрирования встроенного цифрового мультиметра значение 1 PLC или больше.



где:

V_f = напряжение холостого хода в синфазном режиме

R_s = сопротивление контакта LO

R_i = сопротивление изоляции

С_і = емкость изоляции

 Z_i = параллельный импеданс R_i+C_i Погрешность $(V_L) = \frac{V_f \times R_s}{R_s+Z}$

Погрешность
$$(\mathbf{V}_{\mathbf{L}}) = \frac{\mathbf{V}_{\mathbf{f}} \times \mathbf{F}}{\mathbf{R} + \mathbf{V}}$$

Шум, вызванный инжектируемым током

Остаточная емкость в силовом трансформаторе прибора вызывает возникновение малых токов, текущих от разъема LO встроенного цифрового мультиметра к заземлению. Частота «инжектируемого тока» соответствует частоте линии питания и ее возможных гармоник. Инжектируемый ток зависит от конфигурации и частоты линии питания. Далее приведена упрощенная схема соответствующей электрической цепи:



В схеме подключения A (см. ниже) инжектируемые токи текут от контакта заземления цепи к разъему LO встроенного цифрового мультиметра. Такая конфигурация исключает появление шума. Однако в схеме подключения B инжектируемый ток течет через резистор R, что приводит к возникновению шума при выполнении измерения. При использовании схемы подключения B с увеличением значения R данная проблема усугубляется.



Шум при измерении, вызванный инжектируемым током, можно существенно снизить, установив в качестве времени интегрирования встроенного цифрового мультиметра значение 1 PLC или больше.

Погрешности, обусловленные нагрузкой из-за входного сопротивления

Погрешности, обусловленные нагрузкой, возникают, когда сопротивление тестируемого устройства составляет значительный процент от собственного входного сопротивления прибора. На рисунке

ниже показан источник подобной погрешности:



где:

Vs = идеальное напряжение тестируемого устройства Rs = сопротивление источника тестируемого устройства Ri = входное сопротивление (10 МОм или >10 ГОм) Погрешность (%) = $\frac{-100 \times R_s}{R_s + R_i}$

Чтобы минимизировать погрешность, обусловленную нагрузкой, установите для цифрового мультиметра входное сопротивление постоянного тока более 10 ГОм.

Погрешности, обусловленные нагрузкой из-за тока смещения на входе

Полупроводниковые устройства, используемые во входных цепях встроенного цифрового мультиметра имеют небольшие токи утечки, называемые токами смещения. Это приводит к возникновению погрешности на входных разъемах встроенного цифрового мультиметра. Ток утечки увеличивается практически вдвое при повышении температуры на каждые 10 °C, что усугубляет данную проблему при наличии высоких температур.



где:

I_b = ток смещения цифрового мультиметра

R_s = сопротивление источника тестируемого устройства

R_i = входное сопротивление (10 МОм или >10 ГОм)

C_i = емкость изоляции цифрового мультиметра

Погрешность (V) = $I_b \times R_s$

Измерение напряжения переменного тока

Основной задачей интерфейса переменного тока является преобразование входного напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока, которое можно измерить с помощью АЦП.

Обработка сигнала для измерения переменного тока

При обработке входного сигнала для измерения напряжения переменного тока применяется как ослабление, так и усиление. Постоянную составляющую входного сигнала блокирует входной разделительный конденсатор (С), поэтому измеряется только величина составляющей переменного тока. Настройка диапазона выполняется путем объединения величины затухания сигнала, полученной с усилителя первой ступени, и величины усиления, полученной с усилителя второй ступени.



На первом этапе применяется коммутируемый компенсируемый аттенюатор с высоким уровнем входного импеданса (1 МОм). На втором этапе реализовано усиление сигнала с переменным коэффициентом для настройки входного сигнала преобразователя переменного тока на полный диапазон. По завершении этапов ослабления и усиления остаточное смещение составляющей постоянного тока блокируется конденсатором.

Аналогичный рассмотренному выше интерфейс напряжения переменного тока используется и для измерения величины переменного тока. Шунтирующие резисторы преобразуют переменный ток в

переменное напряжение, которое можно измерить. Токовые шунты переключаются, что обеспечивает несколько диапазонов переменного тока на выбор.

Измерение истинных среднеквадратичных значений переменного тока

Мультиметры с реальными среднеквадратичными показаниями измеряют потенциал «нагрева» подаваемого напряжения. В отличие от измерения среднего значения измерение истинного среднеквадратичного значения используется для определения мощности, рассеиваемой на резисторе. Эта мощность пропорциональна квадрату измеренного истинного среднеквадратичного значения напряжения и не зависит от формы сигнала. Мультиметр для измерения средних значений переменного тока калибруется для снятия тех же показаний, что и прибор для измерения истинных среднеквадратичных значений, только для синусоидальных входных сигналов. Как показано далее, при измерении сигналов другой формы такой мультиметр работает со значительной погрешностью.

Форма сигнала	Коэффициент форг (С.Г.)	иы ~ток,RMS	~ток+=ток,RMS	Средняя ошибка реагирования
°=⊂	1.414	V 1.414	V 1.414	Откалибровано для 0 ошибки
v	1.732	V 1.732	V 1.732	-3.9%
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{C.F.}\right)}$	² V C.F.	-46% для C.F. = 4

Функции измерения напряжения переменного тока и переменного тока встроенного цифрового мультиметра используются для определения истинного среднеквадратичного значения, связанного по переменному току. Этот принцип существенно отличается от описанного выше измерения истинного среднеквадратичного значения, в котором учитываются переменный и постоянный ток. Измеряются только СКЗ компоненты переменного тока входного сигнала (составляющая постоянного тока отбрасывается). Для синусоидальных, треугольных и прямоугольных волновых сигналов значение переменного тока равно значению переменного и постоянного тока, поскольку эти сигналы не содержат смещения постоянного тока. В несимметричных сигналах, таких как последовательности импульсов, присутствует напряжение постоянного тока, которое не учитывается при измерениях истинных среднеквадратичных значений, связанных по переменному току.

Измерение истинных среднеквадратичных значений, связанных по переменному току, требуется при измерении слабых сигналов переменного тока при наличии значительных смещений по постоянному току. Например, эта ситуация является обычной при измерении импульсов переменного тока, присутствующих в источниках питания постоянного тока. Однако в некоторых случаях может потребоваться определение истинного среднеквадратичного значения с учетом переменного и постоянного тока. Определить это значение можно, объединив результаты измерений постоянного и переменного тока, как показано далее. Чтобы полностью исключить составляющую переменного тока, измерение значений постоянного тока следует выполнять в течение как минимум 10 периодов линии питания для

интеграции.

$AC + DC = \sqrt{AC^2 + DC^2}$

Выполнение высокоскоростных измерений переменного тока

При использовании функций напряжения переменного тока и переменного тока встроенного цифрового мультиметра применяются три низкочастотных фильтра. Эти фильтры позволяют пожертвовать точностью в области низких частот в пользу более высокой скорости сбора данных. «Быстрый» фильтр стабилизируется в течение 0,12 секунды и используется для измерений при частотах свыше 200 Гц. «Средний» фильтр стабилизируется в течение 1 секунды и используется для измерений при частотах свыше 20 Гц. «Медленный» фильтр стабилизируется в течение 7 секунд и используется для измерений при частотах свыше 3 Гц.

Соблюдая меры предосторожности, можно выполнять измерения переменного тока со скоростью до 100 показаний в секунду (настройте диапазон вручную, чтобы исключить задержку из-за автоматического выбора диапазона). Если задать нулевое значение для программируемой задержки стабилизации канала, каждый фильтр обеспечит обработку до 100 каналов в секунду. Однако из-за неполной стабилизации фильтра такое измерение может оказаться неточным. При сборе данных, когда уровни выборок сильно различаются, «средний» фильтр (20 Гц) стабилизируется при 1 показании в секунду, а «быстрый» (200 Гц) — при 10 показаниях в секунду.

Если уровни перехода от выборки к выборке одинаковые, для получения каждого нового показания требуется меньшее время стабилизации. При соблюдении данного условия «средний» фильтр (20 Гц) обеспечивает результаты с меньшей точностью при скорости 5 показаний в секунду, а «быстрый» фильтр (200 Гц) — при скорости 50 показаний в секунду. Если при переходе от выборки к выборке уровень постоянного тока окажутся разными, на стабилизацию может потребоваться дополнительное время.

Для схемы блокировки постоянного тока встроенного цифрового мультиметра определена константа времени стабилизации, которая составляет 0,2 секунды. На точность измерений время стабилизации влияет, только если при переходе от выборки к выборке уровни смещения постоянного тока различаются. Если необходимо, чтобы скорость измерения в системе сбора данных была максимальной, возможно, для каналов со значительным уровнем напряжения постоянного тока потребуется добавить внешнюю схему блокировки постоянного тока. Эта схема может быть простой — только резистор и конденсатор.

Фильтр переменного тока	Задержка канала	Время стабилизации
200 Гц (быстрый)	AUTO	0,12 секунды
20 Гц (средний)	AUTO	1 секунда
3 Гц (медленный)	AUTO	7 секунд
200 Гц (быстрый)	0	0,02 секунды
20 Гц (средний)	0	0,2 секунды
3 Гц (медленный)	0	1,5 секунды

Время стабилизации блокировки постоянного тока (константа времени 1) = 0,2 секунды.

Причины погрешности при измерении напряжения переменного тока

Многие погрешности, связанные с измерением напряжения постоянного тока, связаны и с измерением напряжения переменного тока. В этом разделе описываются дополнительные погрешности, возникающие при измерении напряжения только переменного тока.

Погрешности коэффициента амплитуды (несинусоидальные входные сигналы)

Мнение о том, что, поскольку встроенный цифровой мультиметр использует истинные среднеквадратичные значения, ко всем сигналам применяются характеристики точности синусоидального сигнала, является распространенным заблуждением. В действительности форма входного сигнала может существенно повлиять на точность измерения. Обычно при описании форм сигналов используется коэффициент амплитуды. Коэффициент амплитуды — это отношение пикового значения сигнала к среднеквадратичному.

В целом, чем больше коэффициент амплитуды, тем больше энергии содержат высокочастотные гармоники. Погрешности измерений, связанные с коэффициентом амплитуды, выдают все мультиметры. Обратите внимание, что при использовании «медленного» фильтра переменного тока погрешности коэффициента амплитуды не применимы к входным сигналам с частотой менее 100 Гц.

Вычислить погрешность измерения из-за коэффициента амплитуды можно по следующей формуле. Общая погрешность = Погрешность_{синусоиды} + Погрешность_{коэф. амплитуды} + Погрешность_{полосы} пропускания[,]

где:

погрешность_{синусоиды} = точность цифрового мультиметра при измерении синусоидального сигнала; погрешность_{коэф}. амплитуды = коэффициент амплитуды цифрового мультиметра; погрешность_{полосы пропускания} = погрешность полосы пропускания, вычисленная следующим образом:

Погрешность_{полосы пропускания} =
$$\frac{-C.F.^2 \times F}{4\pi \times BW}$$

где:

С. F. = коэффициент амплитуды сигнала;

F = основная частота входного сигнала;

ВW = полоса пропускания цифрового мультиметра -3 дБ (1 МГц для устройства DAQ970A).

Пример: расчет погрешности измерения

Рассчитаем приблизительную погрешность измерения для входной последовательности импульсов с коэффициентом амплитуды 3 и основной частотой 20 кГц. Для встроенного цифрового мультиметра задан диапазон 1 В. В данном примере используются характеристики точности 90-дневного периода ± (0,05% показания + 0,04% диапазона), как показано в главе 8.

Погрешность_{синусоиды} = $\pm (0,05\% + 0,04\%) = \pm 0,09\%$ Погрешность_{коэф. амплитуды} = 0,15 %

Погрешность полосы пропускания $=rac{-3^2 imes 20000}{4 imes 3,14159 imes 1000000}*100 = 1,4\%$

Общая погрешность = 0,09 + 0,15 + 1,4 = 1,6%

Погрешности нагрузки переменного тока

В функции напряжения переменного тока входной сигнал встроенного цифрового мультиметра проявляется как сопротивление 1 МОм параллельно емкости 150 пФ. Кроме того, дополнительную емкость и нагрузку дают кабели, которые используются для подключения источников сигналов к прибору. В таблице ниже показано приблизительное входное сопротивление при разных частотах.

Входная частота	Входное сопротивление
100 Гц	700 кОм
1 кГц	600 кОм
10 кГц	100 кОм
100 кГц	10 кОм

Для низких частот

Погрешность (%) = $\frac{-100 \times R_s}{R_s + 1 \text{ мом}}$

Дополнительная погрешность для высоких частот

Погрешность (%) = 100
$$\times \left[\frac{1}{1 + \left(2\pi imes \mathbf{F} imes \mathbf{R}_{\mathsf{s}} imes \mathbf{C}_{\mathsf{in}} \right)^2} - 1 \right]$$

где:

F = входная частота;

R_s = сопротивление источника;

С_{іп} = входная емкость (150 пФ) + емкость кабеля

При измерении высокочастотных сигналов переменного тока следует использовать кабели малой емкости.

Погрешности измерения сигналов переменного тока низкого уровня

Обратите внимание, что измерения переменного тока напряжением менее 100 мВ особенно чувствительны к погрешностям, связанным с внешними источниками помех. Используемые диагностические выводы работают как антенны, и встроенный цифровой мультиметр измеряет принимаемые сигналы. Весь тракт измерения, включая линию питания, работает как рамочная антенна. Ток, циркулирующий в таком контуре, создает напряжение рассогласования при любых значениях импеданса, возникающих последовательно входному сигналу прибора. Поэтому для подачи на прибор сигналов напряжения переменного тока низкого уровня следует использовать экранированные кабели. Кроме того, экран следует подсоединить к входному контакту LO.

Обязательно минимизируйте площадь контуров заземления, которые невозможно устранить. Источник с высоким импедансом чувствительнее к помехам, чем источник с низким импедансом. Высокочастотный импеданс источника можно снизить, подключив конденсатор параллельно входным разъемам прибора. Возможно, правильное значение емкости для конкретного случая потребуется определить опытным путем.

Большинство внешних помех не связано с входным сигналом. Погрешность можно определить, как показано далее.

$$Voltage Measured = \sqrt{{V_{in}}^2 + Noise^2}$$

Коррелированные шумы редки, но особенно вредны. Коррелированные шумы всегда добавляются непосредственно во входной сигнал. Эта погрешность часто возникает при измерении низкоуровневого сигнала с той же частотой, что и в локальной линии питания.

При коммутации сигналов высокого и низкого уровня в одном модуле следует соблюдать осторожность. Напряжения высокого уровня могут разряжаться в канале низкого уровня. Рекомендуется использовать два разных модуля или отделить высокоуровневые сигналы от низкоуровневых с помощью неиспользуемого канала, подключенного к заземлению.

Измерения с использованием неполной шкалы

Измерения переменного тока будут наиболее точными, если использовать всю шкалу выбранного диапазона встроенного цифрового мультиметра. При 10% и 120% полной шкалы происходит автоматическая настройка диапазона. Это позволяет измерить некоторые входные сигналы при полной шкале в одном диапазоне и при 10% полной шкалы в следующем, более высоком диапазоне. Учтите, что в этих двух случаях точность измерений будет существенно отличаться. Для наибольшей точности следует настроить диапазон вручную, выбрав наименьший возможный диапазон измерения.

Погрешности температурного коэффициента и перегрузки

Во встроенном цифровом мультиметре используется метод измерения переменного тока, при котором при выборе другой функции или другого диапазона внутренние напряжения смещения периодически измеряются и удаляются. При настройке нового диапазона вручную в условиях перегрузки точность измерения внутреннего смещения для выбранного диапазона может снизиться. Как правило, может возникнуть дополнительная погрешность, соответствующая 0,01% диапазона. Эта погрешность не исчезнет вплоть до следующего периодического удаления (до 15 минут).

Измерение силы тока

ПРИМЕЧАНИЕ Доступно только в модуле мультиплексора DAQM901A.

Амперметр измеряет ток, протекающий через его входные разъемы, определяя приблизительное значение в короткозамкнутой цепи между ними. Амперметр необходимо подключить последовательно с цепью или устройством, для которого выполняется измерение, таким образом, чтобы ток протекал через измерительный прибор и тестируемую цепь.

Резистор R_s на приведенном ниже рисунке подключается к входным разъемам таким образом, чтобы падение напряжения было пропорционально генерируемому входному току. Чтобы минимизировать напряжение нагрузки прибора (или падение напряжения на активном сопротивлении), выбирается самое низкое значение R_s. Падение напряжения регистрируется встроенным

цифровым мультиметром и масштабируется для получения верного результирующего значения силы тока (см. описание на следующей странице).



Сила переменного тока измеряется практически так же, как и сила постоянного тока. Выходное значение датчика преобразования тока в напряжение измеряется вольтметром переменного тока. Входные разъемы связаны напрямую (по переменному и постоянному току) с шунтом таким образом, что встроенный цифровой мультиметр поддерживает непрерывность постоянного тока в тестовой цепи. Для измерения переменного тока требуется особая аккуратность. Напряжение нагрузки изменяется в зависимости от частоты и входной индукции, часто вызывая непредсказуемое поведение в тестовой цепи.

Источники погрешности при измерении силы постоянного тока

При последовательном подключении встроенного цифрового мультиметра в тестовой цепи для измерения тока возникают погрешности. Они появляются под влиянием напряжения нагрузки встроенного цифрового мультиметра. Напряжение нарастает вдоль сопротивления провода и сопротивления токового шунта встроенного цифрового мультиметра, как показано ниже.



где: V_s = напряжение источника R_s = сопротивление источника V_b = сопротивление токового шунта Погрешность (%) = $\frac{-100\% \times V_b}{V_s}$

Источники погрешности при измерении силы переменного тока

Погрешности, обусловленные напряжением нагрузки, наблюдаются как при измерении постоянного, так и переменного тока. Однако напряжение нагрузки для переменного тока больше из-за последовательной индуктивности встроенного цифрового мультиметра и подключений для выполнения измерения. Напряжение нагрузки возрастает по мере возрастания входной частоты. В некоторых цепях при измерении силы тока могут наблюдаться колебания из-за последовательной индуктивности встроенного цифрового мультиметра и используемых подключений для выполнения измерения.

Измерение сопротивления

ПРИМЕЧАНИЕ 2-проводные измерения сопротивления поддерживаются только в модулях мультиплексора DAQM900A, DAQM901A, DAQM902A и DAQM908A.

4-проводные измерения сопротивления поддерживаются только в модулях мультиплексора DAQM900A, DAQM901A, и DAQM902A.

Омметр измеряет сопротивление постоянного тока на устройстве или в цепи, подключенной к его входу. Измерения сопротивления выполняются путем подачи известного постоянного тока через неизвестное сопротивление с последующим измерением падения напряжения постоянного тока на резисторе.



С помощью встроенного цифрового мультиметра можно измерять сопротивление двумя способами: 2- и 4-проводным в омах. В обоих методах тестовый ток проходит от входного разъема HI через резистор, для которого выполняется измерение. При 2-проводном измерении падение напряжения на тестируемом резисторе определяется внутри цифрового мультиметра. Поэтому измеряется еще и сопротивление диагностического вывода. При 4-проводном измерении в омах требуется отдельное подключение к разъемам сбора данных. Поскольку в измерительных выводах ток отсутствует, сопротивление в них не служит источником погрешности.

4-проводное измерение сопротивления в омах

Метод 4-проводного измерения позволяет наиболее точно измерять небольшие значения сопротивления. При использовании этого метода автоматически уменьшается сопротивление диагностического вывода, мультиплексора, а также контактное сопротивление. Метод 4-проводного измерения часто используется при автоматическом тестировании, когда между встроенным цифровым мультиметром и тестируемым устройством имеются длинные кабели, входные соединения и мультиплексор.

Рекомендуемая схема подключения для 4-проводного измерения приведена на рисунке ниже. Источник генерирует постоянный ток I, который проходит через неизвестное сопротивление R, что создает напряжение, измеряемое с помощью интерфейса напряжения постоянного тока. После этого неизвестное сопротивление вычисляется по закону Ома.

Метод 4-проводного измерения используется в системах, где сопротивление выводов может быть непостоянной величиной, достигающей больших значений, а также при автоматическом выполнении измерений, когда кабели могут быть достаточно длинными. По сравнению с 2-проводным измерением этот метод имеет один существенный недостаток — для него требуется в два раза больше переключателей и проводов. По сути, он используется только для измерения небольших значений сопротивления, особенно менее 10 Ом, и для высокоточных измерений, например в резистивных датчиках температуры.



Компенсация смещения

Для большинства соединений в системе используются материалы, создающие небольшое напряжение постоянного тока, в связи с использованием разнородных контактов металл-металл (эффект термопары) или электрохимических батарей. Однако даже это небольшое напряжение способствует возникновению погрешности в измерениях. Компенсация смещения позволяет измерить сопротивление при наличии небольшого напряжения постоянного тока.

Суть компенсации заключается в том, что выполняются два измерения в цепи, подключенной к входному каналу. Первое измерение представляет собой обычное измерение сопротивления. Второе измерение отличается от первого только тем, что источник тестового тока встроенного цифрового мультиметра отключен (фактически это обычное измерение напряжения постоянного тока). Перед тем как масштабировать результат, вычтите результат второго измерения из первого, чтобы уточнить данные.

Компенсацию смещения можно применять при 2- и 4-проводных измерениях (нельзя только для измерений с помощью резистивного датчика температуры или термистора). При смене функции измерения или после восстановления заводских настроек (команда *RST) компенсация смещения на модуле DAQ970A выключается. Предварительная настройка прибора (команда SYSTem:PRESet) или сброс карты (команда SYSTem:CPON) не позволяют изменить данную настройку.

Если резистор, для которого выполняется измерение, не реагирует быстро на изменение тока, то результаты, полученные с помощью компенсации смещения, будут неточными. К этой категории относятся резисторы с очень большой индуктивностью или резисторы с большой параллельной емкостью. Для них можно увеличить значение задержки канала, чтобы увеличить время на стабилизацию после включения или выключения источника, или просто отключить компенсацию смещения.

Источники погрешности при измерении сопротивления

Внешнее напряжение

Любое напряжение, присутствующее в системных кабелях и в соединениях, влияет на результаты измерения сопротивления. Частично это влияние можно устранить путем компенсации смещения (как описано выше).

Влияние времени стабилизации

На встроенном цифровом мультиметре можно установить задержку автоматических измерений для стабилизации. Эти задержки подходят для измерения сопротивления при значении общей емкости кабелей и устройства менее 200 пФ. Это особенно важно при измерении сопротивления более 100 кОм. С учетом влияния постоянной времени RC-цепи стабилизация может длиться достаточно долго. Некоторые измерительные резисторы и многофункциональные калибраторы используют параллельные конденсаторы большой емкости (от 1000 пФ до 0,1 мкФ) с высокими значениями сопротивления для фильтрования шумовых токов, присутствующих во внутренней цепи. Неидеальные конденсаторы из-за эффекта диэлектрической абсорбции в кабелях и других устройствах затрачивают на стабилизацию гораздо большее время, чем можно ожидать, исходя только из постоянных времени RC-цепи. Погрешности измерения наблюдаются при стабилизации после первоначального подключения, после измерения диапазона или при использовании компенсации

смещения. В этих случаях может потребоваться увеличение времени задержки в канале перед выполнением измерения.

Погрешности измерения большого сопротивления

При измерении большого сопротивления могут возникать значительные погрешности, обусловленные сопротивлением изоляции и чистотой поверхности. Следует принять необходимые меры, чтобы поддержать «чистоту» системы с большим сопротивлением. Диагностические выводы и приспособления подвержены утечке вследствие впитывания влаги изолирующим материалом и загрязнения поверхностей. Нейлон и ПВХ являются относительно слабыми изоляционными материалами (10⁹ Ом) по сравнению с ПТФЭ (10¹³ Ом). Утечка при использовании нейлона и ПВХ в качестве изоляционных материалов может добавить погрешность 0,1% при измерении сопротивления 1 МОм во влажной среде. В следующей таблице приведено несколько распространенных изоляционных материалов с указанием сопротивления.

Изоляционный материал	Диапазон сопротивления	Гигроскопичность
ПТФЭ	1 ТОм — 1 ПОм	Н
Нейлон	1 ГОм — 10 ТОм	Д
ПВХ	10 ГОм — 10 ТОм	Д
Полистирол	100 ГОм — 1 ПОм	Н
Керамика	1 ГОм — 1 ПОм	Н
Эпоксидный стеклопластик (FR-4, G-10)	1 ГОм — 10 ТОм	Д
Фенольный гетинакс	10 МОм — 10 ГОм	Д

Н = нет; Д = да

Измерение с помощью тензодатчиков

Измерение с помощью тензодатчика можно проводить 4-проводным методом с масштабированием.

При приложении силы тело деформируется. Изменение формы тела на единицу длины называется деформацией (ɛ). Выделяют два типа деформации: деформация растяжения (+) и деформация сжатия (-). Как правило, на практике значения деформации достаточно маленькие (обычно менее 0,01 см/см для большинства металлов) и часто выражаются в единицах микродеформации (мкє). Три распространенных типа измерений деформации приведены далее:

Относительная линейная деформация (ε) — это мера деформации по оси приложения силы, где ε=ΔL/L.



Деформация сдвига (γ) — это мера угловой деформации тела. Ее значение приблизительно равно

тангенсу угла, образовавшегося между двумя линейными сегментами, которые были параллельны в состоянии без деформации.



Пуассоновская деформация (υ) служит мерой свойства материалов, известного как коэффициент Пуассона. Это отрицательное отношение поперечной и продольной линейной деформации при приложении к телу продольного растягивающего усилия, где υ = -ε_t/ε, где ε_t = ΔD/D и ε = ΔL/L



Напряжение. Напряжение — это термин, используемый для сравнения применяемой к материалу нагрузки с его способностью ее выдержать. Напряжение (о) в материале нельзя измерить непосредственно; его необходимо вычислить на основании свойств материала и измеряемых величин, таких как деформация и сила.

Тензодатчики. Тензодатчик из металлической фольги в настоящее время является самым широко используемым датчиком для измерения деформаций. Он состоит из тонкой решетки металлической фольги, прикрепленной к тонкой изоляции и клейкой подложке. Сопротивление фольги изменяется линейно в зависимости от деформации. Деформация в тестируемом теле представляет собой простое отношение сопротивления деформированной фольги к сопротивлению недеформированной фольги: ε = ΔR / R.

Коэффициент чувствительности тензодатчика (GF) определяет чувствительность тензодатчика и является мерой относительного изменения сопротивления на единицу деформации: GF = (ΔR / R) / ε. Устройства с более высоким коэффициентом чувствительности тензодатчика показывают большее изменение сопротивления на единицу деформации.

Тензодатчики имеют разное число и конфигурацию элементов. Наиболее распространенной является форма одиночного датчика, показанная далее. Тензодатчики, состоящие из нескольких элементов, называемые также многорешетчатыми, используются для измерения составляющих деформации в различных направлениях. Наиболее распространенными являются двухэлементные (90°) и трехэлементные (45° или 60°) конфигурации.

Источник выс	
D	
Распознавание	
высокого уровня	
Распознавание	
низкого уровня	
Источник низ	

Обычные сферы применения тензодатчиков. Тензодатчики используются для измерения самых разных физических параметров. Главным образом с их помощью измеряют силу. Сила измеряется косвенно путем измерения деформации тестируемого тела при воздействии известной силы, приводящей к изменению сопротивления, пропорциональному приложенной силе. С помощью измерений силы можно измерить многие другие физические величины. Наиболее распространенные области применения тензодатчиков включают измерения веса, давления, расхода и уровня.

Выполнение измерений с помощью тензодатчиков. Чтобы измерить небольшие колебания сопротивления прибором с низкой чувствительностью, обычно используется измерительный мост Уитстона. Чувствительные приборы, такие как встроенный цифровой мультиметр модуля DAQ970A, могут регистрировать небольшие колебания сопротивления с высокой точностью и линейностью. При использовании тензодатчиков следует использовать метод 4-проводного измерения, чтобы исключить погрешности, связанные с кабельной системой.

Первоначальное измерение сопротивления без деформации используется как опорное измерение (R₀), на основании которого измеряется деформация (ΔR / R0). Для получения наилучших результатов следует выполнить это опорное измерение после установки тензодатчика на тестируемом объекте. В приведенной ниже таблице показаны изменения сопротивления, соответствующие значению деформации 1 мкє для распространенного коэффициента чувствительности тензодатчика и значения сопротивления тензодатчика без деформации.

Деформация	GF	R ₀	ΔR	Чувствительность цифрового мульти- метра
1 мке	2,0	120 Ом	0,24 мОм	0,1 мОм (0,4 мкє)
1 мке	2,0	350 Ом	0,70 мОм	1,0 мОм (1,4 мкє)
1 мке	2,0	1000 Ом	2,0 мОм	1,0 мОм (0,5 мкє)

Применив функцию масштабирования измерения (mX+b) и приведенные ниже формулы, можно вывести результаты сразу в единицах деформации на дисплее лицевой панели модуля DAQ970A. Можно использовать пользовательские единицы измерения для отображения показаний непосредственно в мкє (единицы микродеформации). Прибор автоматически добавит префикс микро (мк) в зависимости от фактических вычисленных значений.

$$\mathbf{M} = \frac{1}{\mathbf{GF} \times \mathbf{R}_0} \mathbf{B} = -\frac{1}{\mathbf{GF}}$$

Тепловые эффекты. Резистивный элемент тензодатчика измеряет сопротивление ∆R, вызванное измеренной деформацией, а также изменения температуры датчика. В результате будет зарегистрировано мнимое изменение деформации, что нежелательно. Для выявления температурных изменений и, соответственно, устранения источника этой погрешности можно использовать второй датчик такого же типа. Второй тензодатчик необходимо установить в непосредственной близости и под углом 90° к первому тензодатчику, чтобы он реагировал на местное изменение температуры, но пропускал деформационные изменения. Отняв показания измерений из значений второго тензодатчика, можно устранить нежелательные погрешности при измерении деформации.

Измерение частоты и периода

Встроенный цифровой мультиметр использует метод обратного отсчета для измерения частоты и периода. С помощью этого метода генерируется постоянное разрешение измерения для любой входной частоты. В секции измерения напряжения переменного тока встроенного цифрового мультиметра выполняется обработка входного сигнала для выполнения измерений частоты и периода.



Временная развертка разделяется для обеспечения отпирающего сигнала. Отпирающий сигнал и входной сигнал объединяются для включения счетчика. В течение периода времени включения счетчик отсчитывает сигнал временной развертки 6 МГц. В конце каждого периода отпирания значение счетчика фиксируется и результат делится на известную частоту временной развертки для определения входной частоты. После этого значение счетчика сбрасывается до начала следующего периода отпирания. Разрешение измерения привязано к временной развертке, а не к входной частоте. Это позволяет увеличить скорость выполнения измерений, особенно при низких частотах.

Реверсивный счетчик имеет преимущество постоянного количества отображаемых цифр независимо от входной частоты. Благодаря реверсивному счетчику количество цифр разрешения приводится в соответствие с временем отпирания. Если 1-секундный период отпирания выдает шесть цифр разрешения, то 0,1-секундный период отпирания — пять цифр и т. д.



Источники погрешности при измерении частоты и периода

Секция измерения напряжения переменного тока встроенного цифрового мультиметра выполняет обработку входного сигнала. Все счетчики частоты чувствительны к погрешностям при измерении низкочастотных сигналов с низким напряжением. Эффекты наведения внутреннего и внешнего шума являются критическими при измерении «медленных» сигналов. Погрешность обратно пропорциональна частоте. Погрешности измерений также возникают при попытке измерения частоты (или периода) входного сигнала после изменения напряжения смещения постоянного тока. Необходимо дождаться полной стабилизации входного конденсатора блокировки постоянного тока встроенного цифрового мультиметра до начала выполнения измерений частоты.



Случайный шум на входе (среднеквадр.зн)

Если наводимый внешний шум превосходит гистерезис измерительной цепи, то функция частоты может стать практически непригодной для использования. В этом случае может помочь внешнее экранирование и фильтр низких частот.

Измерение емкости

Устройство DAQ970A выполняет измерение емкости, применяя ток с известным значением для зарядки соответствующего конденсатора, а затем резистор для его разрядки, как показано далее.



Значение емкости вычисляется путем измерения разницы напряжения (DV), которая появляется за время «короткой апертуры» (Dt). Это измерение повторяется дважды через разные промежутки времени в течение имеющего место экспоненциального нарастания. При выполнении алгоритма берутся данные из этих четырех точек, и путем линеаризации экспоненты в данных «коротких апертурах» точно вычисляется значение емкости.

Цикл измерения состоит из двух этапов: фазы зарядки (показана на рисунке) и фазы разрядки. Из-за наличия в тракте измерения защитного резистора 100 кОм в фазе разрядки значение постоянной времени выше. Эта постоянная времени в значительной степени определяет скорость снятия показаний (время измерения). Для минимизации помех и повышения точности снятия показаний приращение времени (или «время выборки») и ширина «коротких апертур» имеют разный диапазон. Для максимальной точности перед подключением датчиков к конденсатору, для которого выполняется измерение, выполняется нулевое измерение с помощью разомкнутых датчиков, чтобы обнулить значение емкости диагностических выводов.

Замечания по измерению емкости

На точность измерения емкости влияют конденсаторы с высоким коэффициентом затухания или другими неидеальными характеристиками. При измерении мультиметром конденсаторы с высоким коэффициентом затухания могут вызвать разницу со значениями, полученными одночастотным методом или с помощью других измерителей импеданса. Кроме того, при использовании одночастотного метода при разных частотах будет наблюдаться еще большая разница. Например, при использовании некоторых недорогих блоков подстановки конденсаторов измерения с помощью мультиметра показывают результат, почти на 5% отличающийся от результата измерения емкости того же конденсатора с помощью одночастотного метода с использованием измерителя импеданса. Кроме того, при разных частотах измеритель импеданса выдаст различные значения.

Конденсаторы с большими значениями постоянной времени (диэлектрической абсорбции) отличаются длительным (до нескольких секунд) периодом стабилизации при измерении. Это можно заметить при первом подключении конденсатора или при изменении времени задержки перед выполнением измерений. Как правило, данное значение минимально у высококачественных пленочных конденсаторов, максимально у электролитических и среднее у керамических конденсаторов.

Мультиплексирование и коммутация слабых сигналов

Доступны следующие типы мультиплексоров слабых сигналов: 1-, 2- и 4-проводные. В следующих разделах описываются все указанные типы мультиплексоров. Для устройства DAQ970A доступны следующие модули мультиплексоров слабых сигналов:

20-канальный мультиплексор на основе полевых транзисторов, DAQM900A;

20-канальный мультиплексор с якорным реле, DAQM901A;

16-канальный мультиплексор с герконовым реле, DAQM902A;

40-канальный модуль несимметричного мультиплексора DAQM908A.

Важной характеристикой мультиплексора, используемого в качестве входного канала цифрового мультиметра, является возможность одновременного подключения только одного канала. Например, при использовании модуля мультиплексора и встроенного цифрового мультиметра можно настроить измерение напряжения на канале 1 и измерение температуры на канале 2. Прибор сначала замыкает реле канала 1, выполняет измерение напряжения, а затем размыкает реле и переходит к каналу 2 (этот механизм называется размыканием перед переключением).

Для DAQ970A также доступны следующие модули коммутации:

20-канальный привод, DAQM903A;

двухпроводной модуль матричного коммутатора 4×8, DAQM904A.

Однопроводные (несимметричные) мультиплексоры

В мультиплексоре DAQM908A все 40 каналов могут переключаться только на ввод HI, а режим LO используется как общий для всего модуля. Модуль также имеет опорный спай термопары для выполнения измерений с помощью термопары.



ПРИМЕЧАНИЕ

Одновременно может быть подключен только один канал; при подключении одного канала будет отключен канал, который был подключен ранее.

Двухпроводные мультиплексоры

Мультиплексоры DAQM900A, DAQM901A и DAQM902A можно переключать в режимы входа HI и LO, что позволяет обеспечить полностью изолированные входы для внутреннего цифрового мультиметра или внешнего прибора. Эти модули также имеют опорные спаи для термопары для выполнения измерений с помощью термопары.



Четырехпроводные мультиплексоры

С помощью мультиплексоров DAQM900A, DAQM901A и DAQM902A можно выполнять 4-проводное измерение сопротивления. Для выполнения 4-проводного измерения сопротивления каналы делятся на два независимых блока путем размыкания реле блока.

При выполнении 4-проводных измерений для подключения источника к разъему сбора данных прибор автоматически выполняет сопряжение каналов n и n+10 (DAQM901A) или n+8 (DAQM902A). Например, выполните соединение источника с контактами HI и LO на канале 2 и соединение для измерения с контактами HI и LO на канале 12.



ранее.

При выполнении 4-проводного измерения тестовый ток проходит через соединения с источником от контакта HI через резистор, на котором выполняется измерение. Чтобы исключить сопротивление диагностических выводов, используется отдельный набор соединений для измерения, как показано ниже:



Разводка и мультиплексирование сигналов

При использовании отдельного устройства для разводки сигналов (без сбора данных или подключения к встроенному цифровому мультиметру) на мультиплексорах DAQM901A и DAQM902A можно подключить несколько каналов одновременно. Необходимо следить за тем, чтобы это не создавало опасных ситуаций (например, соединение двух источников питания).

Обратите внимание, что мультиплексор не является однонаправленным. Например, можно использовать мультиплексор с источником (например, ЦАП) для подключения одного источника к нескольким контрольным точкам, как показано ниже:



Источники погрешности при мультиплексировании и коммутации

Задающая схема, температурные ЭДС переключателя или соединение трактов сигналов могут быть причиной шумовой связи внутри переключателя. Кроме того, шум может возникать снаружи и передаваться в переключатель или соединяться с ним. Проблемы, связанные с шумом, касаются всей системы целиком, однако особое влияние они оказывают на коммутацию. Цепи коммутации имеют большую концентрацию сигналов, что способствует увеличению числа помех. Большинство проблем с электрическим шумом может возникать в результате неправильного заземления и экранирования.

Связь шумов по емкости возможна между (физически) соседними каналами в системе коммутации. Возможна связь шумов между самими контактами коммутации (С_{sw}) или между соседними кабелями (C_{adi}).



Емкостная связь шума — это свойство среды и расстояния между объектами. Простым методом снижения шумовой связи является физическое дистанцирование переключателей и кабелей. Однако это возможно не во всех случаях.

Еще одним решением является разделение сигналов большой амплитуды и малой амплитуды. Группируйте схожие сигналы (высокое напряжение, низкое напряжение, аналоговые и цифровые сигналы). По возможности используйте два отдельных модуля коммутации: один для сильных сигналов, а второй для слабых сигналов. При использовании одного модуля для коммутации разнородных сигналов оставляйте между группами по одному неиспользуемому заземленному каналу. Кроме того, заземлите все неиспользуемые каналы в модуле.

В мультиплексорах DAQM901A и DAQM902A имеется дополнительное реле, которое называется переключатель блока или древовидный переключатель, который помогает сократить шум между каналами (C_{adj}). Каналы мультиплексора разделены на два блока. Переключатель блока изолирует один блок каналов от другого, что позволяет эффективно удалять параллельное смежное емкостное сопротивление из изолированного блока. Во время сбора данных прибор автоматически контролирует переключатели блоков.



Модуль	Блок 1	Блок 2
DAQM900A	Каналы 1–10	Каналы 11-20
DAQM901A	Каналы 1–10	Каналы 11-20
DAQM902A	Каналы 1-8	Каналы 9–16
DAQM908A	Каналы 1-20	Каналы 21-40

Исполнительные механизмы и коммутация для базовых задач

Привод DAQM903A имеет 20 независимых изолированных однополюсных двухпозиционных переключателей. Этот модуль отличается простым переключением «вкл./выкл.», и его можно использовать для управления питанием устройств или в специальных системах коммутации. Например, можно использовать привод и создать простую многозвенную цепь сопротивления, как показано ниже.



На схеме выше показано, что, когда все каналы привода разомкнуты (не подключены к порту COM), сопротивление составляет 60 Ом. Обратите внимание, что, когда каналы привода открыты, как показано выше, нормально замкнутые контакты (на схеме отсутствуют) подключены к порту COM. Для установки сопротивления от 10 до 50 Ом необходимо замкнуть соответствующие каналы модуля.

Цепи демпфера

При размыкании или замыкании контактов реле между ними может возникнуть электрический пробой или дуговой разряд. Это может вызвать излучение высокочастотных помех, выбросы напряжения и тока и привести к механическому повреждению контактов реле.

На модуле DAQM903A имеется макетная плата, с помощью которой можно создавать собственные цепи, например простые фильтры, демпферы и делители напряжения. Туда можно вставить собственные компоненты, но разметки там нет. Такие цепи можно создавать для защиты контактов при активации линии подачи переменного тока для реактивных нагрузок. Можно использовать различные типы цепей защиты контактов, однако в данном разделе описаны только цепи RC и варисторов.



Защитная цепь RC

В качестве компромиссного решения между двумя значениями сопротивления при разработке защитных цепей RC выбирается защитный резистор R_p. Минимальное значение для резистора R_p определяется максимально допустимым значением тока контакта реле (I_{max}). Для реле модуля DAQM903A максимально допустимый ток (I_{max}) составляет 1 А постоянного или переменного тока (среднеквадратичное значение). Таким образом, минимальное значение R_p составляет V/I_o, где V — пиковое значение напряжения питания.

$$R_p = \frac{V}{I_{max}} = \frac{V}{2}$$

Максимальное значение R_p обычно приравнивается к значению сопротивления нагрузки R_L. Таким образом, предельные значения R_p можно выразить следующим образом.

$$\frac{V}{I_{max}}~<~R_p~<~R_L$$

Обратите внимание, что фактическое значение тока (I $_{\rm o}$) в цепи определяется с помощью уравнения ${f I}_{o}~=~{V\over R_L}$

где V — пиковое значение напряжения источника, а R_L — сопротивление нагрузки. Значение I_о будет использоваться для определения значения защитного конденсатора (C_n).

При определении значения конденсатора защитной цепи (С_р) необходимо учесть ряд условий. Во-

первых, общая емкость цепи (C_{tot}) должна быть такой, чтобы пиковое напряжение на разомкнутых контактах реле не превышало 300 В_{rms}. Для определения минимально допустимой емкости цепи используется следующее уравнение.

$\mathrm{C_{tot}}~\geq~\left(\mathrm{I_o}/300\right)^2~\times~\mathrm{L}$

где L — индуктивность нагрузки, а I_о — значение тока, рассчитанное ранее.

Общую емкость цепи (C) фактически составляет сумма емкостей проводки и конденсатора цепи (C_p). Таким образом, минимальное значение C_p должно быть равно значению общей емкости цепи (C). Обратите внимание, что фактическое значение C_p должно быть значительно больше рассчитанного значения C.

Использование варисторов

Варисторы используются для добавления предела абсолютного напряжения на контактах реле. Существуют варисторы для широкого диапазона номинальных значений напряжения и энергии зажима. Когда в цепи достигается номинальное напряжение варистора, сопротивление варистора быстро понижается. Варистор можно использовать в цепи RC, особенно если требуемая емкость (C_p) слишком велика.

Использование аттенюаторов

На монтажной плате DAQM903A предусмотрены возможности для установки простых аттенюаторов или фильтрующих цепей. Аттенюатор состоит из двух резисторов, которые служат делителем напряжения. Ниже показана типичная цепь аттенюатора.



Для выбора компонентов аттенюатора используется следующее уравнение.

$$V_{att}~=~V_{signal}~ imes~rac{R_2}{R_1+R_2}$$

Часто шунтирующий компонент используется с преобразователями 4-20 мА. На место R2 можно установить резистор 50 Ом, ±1%, 0,5 Вт. Образовавшееся падение напряжения (ток преобразователя через резистор) можно измерить с помощью встроенного цифрового мультиметра. Таким образом, резистор 50 Ом преобразует ток 4–20 мА в сигнал 0,2–1 В.

Матричная коммутация

Матричный коммутатор соединяет несколько входов с несколькими выходами и, следовательно, обеспечивает более широкие возможности коммутации по сравнению с мультиплексором. Использовать

матрицы следует только для коммутации низкочастотных сигналов (менее 10 МГц). Матрица представляет собой совокупность строк и столбцов. Например, простую матрицу 3x3 можно использовать для соединения трех источников с тремя контрольными точками, как показано ниже.



Каждый источник сигнала можно подключить к любому из контрольных входов. Обратите внимание, что матрица позволяет подключать несколько источников одновременно. Важно следить за тем, чтобы при подключении не возникали опасные или нежелательные ситуации.

Объединение матриц

Для создания более сложной схемы коммутации можно объединить два или несколько матричных коммутаторов. Например, в устройстве DAQM904A используется матрица из 4 строк и 8 столбцов. Два таких модуля можно объединить для создания матрицы из 4 строк и 16 столбцов или 8 строк и 8 столбцов. Ниже показана матрица 8х8.



Матричный модуль 2

Мультиплексирование ВЧ-сигналов

ВЧ-мультиплексор является мультиплексором особого типа. В мультиплексорах этого типа для поддержания в коммутируемой сигнальной линии импеданса в 50 Ом используются особые компоненты. В тестовой системе такие коммутаторы часто используются для маршрутизации тестового сигнала от источника к тестируемому устройству. Коммутаторы работают в обоих направлениях. На схеме ниже показаны два примера мультиплексора радиочастотных сигналов 4-в-1 в тестовой системе.



С помощью соединительных кабелей можно увеличить количество тестовых вводов или выводов в ВЧмультиплексорах. Например, можно создать мультиплексор 7-в-1, объединив два мультиплексора 4в-1, как показано ниже.



В ВЧ-мультиплексорах DAQM905A (50 Ом) одновременно можно закрыть только один канал в блоке; при закрытии одного канала в блоке будет открыт канал, закрытый ранее. Эти модули отвечают только на команду CLOSE (команда OPEN не используется). Чтобы отключить канал, отправьте команду CLOSE на другой канал в том же блоке. Обратите внимание, что модуль DAQM905A не прерывает работу отключенного канала автоматически.

Источники погрешности при ВЧ-коммутации

Погрешности в системе мультиплексирования радиочастотных сигналов могут возникать из-за несоответствия импеданса. Эти погрешности могут вызывать искажение сигналов, перенапряжение или падение напряжения.

Чтобы свести к минимуму несоответствие ВЧ-импеданса, выполните следующее.

- Используйте кабель и разъем, соответствующие импедансу цепи (50 Ом). Убедитесь, что все провода и тракты сигналов подключены надлежащим образом. Неподключенные должным образом участки линии могут отображаться на радиочастотах как почти короткие замыкания.
- Убедитесь, что все провода и тракты сигналов подключены надлежащим образом. Неподключенные должным образом участки линии могут отображаться на радиочастотах как почти короткие замыкания.



Многофункциональный модуль

Цифровой ввод

Модуль DAQM907A оснащен двумя неизолированными 8-битовыми портами ввода-вывода, которые можно использовать для считывания цифровых шаблонов.

- Можно считывать текущее состояние битов порта или настроить сбор данных, чтобы включить цифровое считывание.
- Можно настроить активацию предупреждения при обнаружении на канале ввода определенной комбинации битов или изменений в такой комбинации. Для активации предупреждения необязательно, чтобы соответствующие каналы находились в списке сбора данных.

 Внутренняя цепь нагрузки +5 В позволяет использовать цифровой ввод для обнаружения замыкания контактов подобно микропереключателям или концевым выключателям.
 Открытый ввод варьируется до +5 В, на нем считывается значение «1». Когда ввод замкнут на землю, считывается значение «0». Ниже приведен пример канала обнаружения замыкания контактов:



Цифровой вывод

Модуль DAQM907A оснащен двумя неизолированными 8-битовыми портами ввода-вывода, которые можно использовать для считывания цифровых шаблонов. Можно объединить два порта для вывода 16-битового слова. Ниже показана упрощенная схема одиночного выходного бита:



- Каждый выходной бит напрямую передает до 10 нагрузок TTL (менее 1 мА). Буфер каждого порта используется для передачи высокого выходного значения от внутреннего источника +5 В через диод. Оценка передачи выполняется при напряжении +2,4 В с силой тока не менее 1 мА.
- Каждый выходной бит может выполнять активное понижение, возможно понижение до 400 мА от внешнего источника питания. Для понижения тока используется полевой транзистор с номинальным сопротивлением при включении 0,2 Ом.
- При использовании логики, отличной от TTL, необходимо указать внешнюю нагрузку. В следующем разделе приведено описание расчета нагрузки.
- При использовании внешнего источника питания и нагрузки напряжение от внешнего источника питания должно быть больше +5 В постоянного тока и меньше +42 В постоянного тока.

Использование внешней нагрузки

Обычно внешняя нагрузка необходима только тогда, когда необходимо установить высокое выходное значение, превышающее уровни TTL. Например, для использования внешнего источника питания с напряжением +12 В, значение внешнего нагрузочного резистора вычисляется следующим образом:

I_{макс} = I_{вых низ} × коэффициент безопасности = 1 мА × 0,5+0,5 мА

$${f R}=rac{{f V}_{_{
m K3}}}{{f I}_{_{
m MAKC}}}=rac{12}{0,0005}=24$$
 ком

Значение логического высокого уровня с внешним нагрузочным резистором 24 кОм вычисляется следующим образом:

$${
m V}_{_{{\scriptscriptstyle {\rm B b c}}}}={
m B}_{_{{\scriptscriptstyle {\rm K3}}}} imes rac{{
m R}_{_{{\scriptscriptstyle {
m B H e w}}}}}{{
m R}_{_{{\scriptscriptstyle {
m B H e w}}}}}=12 imes rac{{
m 24}{
m ~kOm}}{
m 24~{
m ~kOm}}=8,47$$
 В пост. тока

Управление внешними переключателями

Два цифровых выходных канала можно использовать для управления внешним переключателем. Например, можно управлять CBЧ-переключателями Keysight серии 876Х с помощью внешнего источника питания и двух цифровых выходных каналов. Для изменения состояния мультиплексора 2-в-1 необходимо установить низкое значение соответствующего выходного бита (0).



Счетчик

Модуль DAQM907A включает 26-битовый счетчик, позволяющий подсчитывать импульсы с частотой 100 кГц. Можно вручную считать значение счетчика или настроить сбор данных для считывания суммы.



Можно настроить счетчик для сбора данных по переднему или по заднему фронту входного сигнала.

С помощью аппаратной перемычки Totalize Threshold на модуле можно управлять пороговым значением, при котором выполняется обнаружение фронта. Переместите перемычку в положение «AC», чтобы определить изменения при 0 В. Переместите перемычку в положение «TTL» (заводская настройка), чтобы определить изменения на пороговых уровнях TTL.



Максимальное суммарное число равно 67 108 863 импульсам (2²⁶-1). При достижении максимально допустимого значения счетчик начинает суммирование с 0.

Можно управлять счетчиком, когда он выполняет запись суммарного числа, путем отправки стробирующего сигнала. (Контакты **G** и **G** на модуле). При подаче сигнала TTL высокого уровня на контакт G суммирование включается, при подаче сигнала низкого уровня — отключается. При подаче сигнала TTL низкого уровня на контакт **G** суммирование включается, при подаче сигнала низкого уровня отключается. Счетчик суммирует данные, только когда включены оба контакта. Можно использовать контакты G и **G** по отдельности или оба контакта одновременно. Если вентиль не подключен, управляющий вывод переходит во включенное состояние, что позволяет эффективно создавать условие непрерывного стробирования.



Ошибки счетчика

Шум на входе счетчика может создавать проблемы, особенно для сигналов с медленным нарастанием. В этом случае шум может приводить к некорректному определению пересечения порогового значения. Для получения дополнительной информации см. раздел Общие рекомендации по подключению приборов.

Дребезг контактов на внешних переключателях может приводить к некорректному суммированию. Дребезг возникает на всех механических переключателях при их размыкании и замыкании. Используйте внешний конденсатор, чтобы отфильтровать дребезг контактов.



Аналоговый вывод (ЦАП)

Модуль DAQM907A имеет два аналоговых вывода и контакта для измерений, которые позволяют выводить откалиброванное электрическое напряжение или ток с разрешением 18 бит.

Каждый канал ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь) можно использовать в качестве источника с программируемым напряжением или током для аналогового входного сигнала для других устройств.



Можно установить любое значение выходного напряжения от +12 до -12 В постоянного тока с шагом установки 0,1 мВ. Каждый ЦАП связан с заземлением; он не может варьировать значения.

Каждый канал ЦАП поддерживает максимальный ток 15 мА.

ПРИМЕЧАНИЕ Силу выходного тока ЦАП необходимо ограничить до 40 мА для всех слотов (два канала ЦАП).

Чтобы обеспечить номинальную точность вывода, нагрузка (R_L на схеме, показанной выше) должна быть больше 1 кОм.

Ошибки ЦАП

Вывод ЦАП изменяется в зависимости от температуры. Для повышения точности по возможности эксплуатируйте прибор при постоянной температуре и старайтесь поддерживать ее приблизительно равной температуре калибровки ЦАП или выполните автоматическую калибровку, чтобы повторно откалибровать ЦАП, если фактическая температура значительно отличается от температуры калибровки.

Вывод ЦАП также может иметь ошибки двух следующих типов: дифференцированная ошибка и интегральная ошибка.

Тип ошибки	Описание
Дифференциальная ошибка	Обозначает минимально возможное изменение напряжения. Выход ЦАП не является линейным, однако если запрограммировано посте- пенное увеличение (или уменьшение) напряжения, изменения происходят сту- пенчато. Шаг изменения составляет 100 мкВ.
Интегральная ошибка	Обозначает разницу между запрограммированным напряжением и фак- тическим выходным напряжением ЦАП.


Срок службы и профилактическое обслуживание реле

Система обслуживания реле DAQ970A автоматически подсчитывает общее количество циклов каждого реле в приборе и сохраняет его в энергонезависимой памяти каждого модуля коммутатора. Используйте эту функцию для отслеживания сбоев реле и прогнозирования требуемого обслуживания системы.

Реле представляют собой электромеханические устройства, которые могут выйти из строя вследствие износа. Срок службы реле или количество фактических операций до отказа зависит от того, как оно используется (применяемая нагрузка, частота переключения и условия окружающей среды).

Оценить срок службы реле в фактических условиях эксплуатации можно с помощью приведенных в данном разделе графиков. Кроме того, приводится дополнительная информация, дающая более четкое представление о механизмах износа реле. В целом срок службы реле в значительной степени зависит от коммутируемых сигналов и типов проводимых измерений.

- При коммутации сигналов стандартного уровня срок службы реле составляет от 1 000 000 до 10 000 операций.
- При коммутации сигналов высокой мощности (>25% от номинального значения) или высокого напряжения (>100 В) срок службы реле составляет от 100 000 до 1 000 000 операций.
- При коммутации сигналов низкого напряжения (<25% от номинального значения) и низкой силы тока (<10 мА) срок службы реле составляет до 10 000 000 операций.

4 Проведение измерений

• При коммутации радиочастот срок службы реле редко может превышать 1 000 000 операций из-за более строгих требований к постоянному сопротивлению (обычно менее 0,2 Ом).

В следующей таблице указаны периоды времени, которое необходимо для достижения указанного количества операций при различных скоростях коммутации.

Скорость непрерывной ком мутации	Число операций коммутации		
	100 000	1 000 000	10 000 000
1/ч	12 лет	—	_
1/мин	10 недель	2 года	—
1/c	1 день	12 дней	4 месяца
10/c	3 часа	1 день	12 дней

Срок службы реле

При использовании реле возникает износ контактов, и сопротивление замкнутых контактов увеличивается. Исходное сопротивление контактов реле обычно составляет 50 мОм (плюс сопротивление провода). Если сопротивление контактов превышает исходное значение в 20–50 раз, то становится изменчивым. При этом реле следует заменить. В большинстве областей применения заменить следует любое реле, сопротивление контактов которого превышает 1 Ом. На графике ниже показаны значения сопротивления реле, которые используются в модулях коммутации DAQ970A.



Нагрузка реле

В большинстве систем наиболее важным фактором, влияющим на срок службы реле, является нагрузка, которую реле коммутирует. Как показано на графике ниже, срок службы реле максимальный, если коммутируются маломощные сигналы. При увеличении мощности коммутируемых сигналов срок службы реле сокращается.



Частота коммутации

При коммутации сигналов значительной мощности контакты реле нагреваются. Тепло рассеивается по проводам и через корпус реле. При увеличении частоты коммутации практически до максимального значения тепло не может рассеяться до начала следующего цикла. Температура контактов увеличивается, и срок службы реле сокращается.

Стратегия замены

Существует две основных стратегии профилактического обслуживания реле в модулях коммутации. Выбор стратегии зависит от условий эксплуатации, последствий отказа реле в системе и количества циклов переключения реле во время сеанса измерения.

Первая стратегия заключается в том, чтобы выполнять замену каждого реле по необходимости, когда оно выйдет из строя или его характеристики станут изменчивыми. Это подходит, если коммутация высоких нагрузок выполняется с помощью лишь некоторых реле модуля. Недостатком такой стратегии является неудобство, связанное с необходимостью заменять реле постоянно, поскольку срок их службы заканчивается в разное время.

Вторая стратегия заключается в том, чтобы, когда срок службы реле подходит к концу, заменять сразу все реле модуля или просто приобретать новый модуль. Эта стратегия лучше всего подходит для систем, в которых все реле модуля используются для коммутации примерно одинаковых нагрузок. Отказ нескольких реле в течение короткого периода времени может означать приближающийся отказ других реле, используемых для коммутации аналогичных нагрузок. Эта стратегия позволяет снизить риск отказа во время фактического использования за счет замены некоторых реле, срок эксплуатации которых еще не закончился.

ПРИМЕЧАНИЕ

Систему обслуживания реле DAQ970A можно использовать для отслеживания и прогнозирования отказов реле на основе значений частоты коммутации и выбора одной из описанных выше стратегий замены.

Данная информация может быть изменена без предупреждения.

© Keysight Technologies 2018 Редакция 1, 1 ноября 2018 г. Отпечатано в Малаи зии



DAQ97-90010 www.keysight.com

