Руководство по эксплуатации

Автоматические компараторы постоянного тока / измерительные мосты сопротивлений

Серия 6622A

www.guildline.com

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Содержимое и информация, заключённые в данном руководстве, являются собственностью компании Guildline Instruments Limited. Они используются исключительно при эксплуатации и обслуживании оборудования, для которого разработано это руководство. Запрещается его копирование или передача любым образом, полностью или частично, без письменного разрешения Guildline Instruments Limited.

OM6622A-K-00
19 ноября 2013

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ 1-1

1.1. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ 1-1

1.2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ 1-1

1.3. КРАТКИЙ ОБЗОР 1-2

1.4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ 1-3

1.4.1.1. Низкоомный режим измерения сопротивлений Low Ohm 1-5
1.4.1.2. Среднеомный режим измерения сопротивлений Normal Ohm 1-5
1.4.1.3. Высокоомный режим измерения сопротивлений High Ohm 1-5

2. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ 2-1

2.1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ 2-1

2.1.1. Распаковка 2-1
2.1.2. Выбор напряжения электропитания 2-1
2.1.3. Замена плавкого предохранителя 2-2
2.1.4. Настройка и включение питания 2-3

2.2. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ 2-3

2.3. ДИСПЛЕЙ И ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ СЕРИИ 6622A . 2-5

2.3.1. Входные клеммы эталонного резистора (только для стендовой модели) 2-5
2.3.2. Входные клеммы тестируемого резистора (только для стендовой модели) 2-6
2.3.3. Клемма защиты Guard (только для стендовой модели) 2-6
2.3.4. Клемма общей цепи Common (только для стендовой модели) 2-6
2.3.5. Сеть 2-6
2.3.6. Дисплей 2-6
2.3.7. Числовая клавиатура 2-6
2.3.8. Специальные клавиши 2-7
2.3.8.1. Клавиши перемещения курсора 2-7
2.3.8.2. Функциональные клавиши 2-7

2.4. РАЗЪЁМЫ И ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ СЕРИИ 6622A ... 2-8

2.4.1. Интерфейс IEEE-488 2-8
2.4.2. Входной разъём сетевого питания 2-9
2.4.3. Входные клеммы эталонного резистора (только для модели, монтируемой в стойку) 2-9
2.4.4. Входные клеммы тестируемого резистора (только для модели, монтируемой в стойку) 2-9
2.4.5. Клемма защиты Guard (только для модели, монтируемой в стойку) 2-9
2.4.6. Клемма общей цепи Common (только для модели, монтируемой в стойку 2-9
2.4.7. Клемма заземления Ground 2-10
2.4.8. Разъём расширителя 2-10

3. КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ 3-1
3.1 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ 3-1
3.1.1. Среднеомный режим измерения сопротивлений Normal Ohm (все модели 6622A) 3-2
3.1.2. Низкоомный режим измерения сопротивлений Low Ohm (все модели 6622A) 3-5
3.1.3. Высокоомный режим измерения сопротивлений High Ohm (модели 6622A-XR и 6622A-XPR) 3-10
3.1.4. Высокоомный режим измерения сопротивлений High Ohm (модель 6622A-HV) 3-11
3.2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ BRIDGEWORKS DATA ACQUISITION 3-13

4. РАБОТА ПРИБОРА 4-1
4.1. РЕЖИМ РАБОТЫ ПРИ УПРАЛЕНИИ С ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ 4-1
4.2. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОСТ СОПРОТИВЛЕНИЙ 6622A 4-1
4.3. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ КЛАВИШ / ДИСПЛЕЯ 4-5
4.3.1. Основное меню 4-5
4.4. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ МЕНЮ 4-6
4.4.1. Опция меню – <MEASURE> 4-6
4.4.2. Опции меню – <любое другое меню кроме measure (измерение)> 4-7
4.4.3. Основное меню Edit/Select (редактирование/выбор) – один столбец данных 4-8
4.4.4. Основное меню Edit/Select (редактирование/выбор) – два столбца данных 4-8
4.4.5. Работа меню Select/Edit Data (выбор/редактирование данных) 4-9
4.4.5.1. Функция – <Scrn n-N> 4-9
4.4.5.2. Функция – <Edit> (редактирование) 4-9
4.4.5.3. Функция – <Ok> 4-9
4.5. ТИТУЛЬНЫЙ ЭКРАН 4-10
4.6. ГЛАВНОЕ МЕНЮ MAIN MENU 4-11
4.6.1. Меню <Measure> Fn-1 (Main) 4-11
4.6.1.1. Меню измерения <Measure> Fn-1 (MAIN) (страница 1 из 3) 4-12
4.6.1.2. Меню измерения <Measure> Fn-1 (MAIN) (страница 2 из 3) 4-13
4.6.1.3. Меню измерения <Measure> Fn-1 (MAIN) (страница 3 из 3) 4-14
4.6.2. Меню настройки <Setup> Fn-1 (Setup_MAIN) 4-15
4.6.3. Меню профиля <Profiles> Fn-1 (Profiles MAIN) 4-15
4.6.4. Отображение информации на экране View 4-16
4.6.4.1. Отчёт 4-16
4.6.4.2. Граф детализации 4-17
4.6.4.3. Детализация 4-18
4.6.4.4. Окно 4-18
4.6.5. Меню редактирования <Edit Ohms> Fn-2 (Edit_Ohms MAIN) 4-19
4.6.5.1. Меню <Normal> Fn-1 (Edit Ohms MAIN) 4-19
4.6.5.2. Меню <High Ohms> Fn-2 (Edit Ohms_MAIN) 4-20
4.6.5.3. Меню <Low Ohms> Fn-3 (Edit Ohms_MAIN) 4-21

4.6.6. Меню <Sofcal> Fn-3 (MAIN) 4-22
4.6.6.1. Меню <GPIB> FN-1 (SOFCAL_MAIN) 4-25
4.6.6.2. Меню <Coef Set> Fn-2 (Sofcal_MAIN) 4-25
4.6.6.3. Меню <Diagnostic> Fn-3 (Sofcal_MAIN) 4-26
4.6.6.4. Меню <P.O.S.T.> Fn-1 (Sofcal_MAIN) 4-29
4.6.6.5. Меню <Filter> Fn-2 (Sofcal_MAIN) 4-30
4.6.6.6. Меню <Datum> Fn-3 (Sofcal_MAIN) 4-31
4.6.6.7. Меню <Sys Time> Fn-2 (Sofcal MAIN) 4-31
4.6.6.8. Меню <Extender> Fn-3 (SofcalMENU) 4-31
4.6.6.9 Меню <PASSWORD> Fn-1 (Sofcal_MAIN) 4-37

5. КАЛИБРОВКА И ПОВЕРКА 5-1

5.1. КАЛИБРОВКА ТОЧНОСТИ ОТНОШЕНИЯ 5-1
5.1.1. Цель 5-1
5.1.2. Требуемое оборудование 5-2
5.1.3. Настройка 5-2
5.1.4. Калибровка 5-3

6. ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ И ОБСЛУЖИВАНИЕ 6-1

6.1. ВВЕДЕНИЕ 6-1
6.1.1. Диагностические сообщения 6-1
6.1.2. Предупреждения при настройке модели 6622A 6-3
6.1.3. Коэффициенты измерительного моста 6-3
6.2. БЫСТРАЯ ПРОВЕРКА ОТНОШЕНИЯ 6-4
6.2.1. Цель 6-4
6.2.2. Требуемое оборудование 6-4
6.2.3. Настройка 6-4
6.2.4. Процедура проверки 6-4

7. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ 7-1

7.1. ИНТЕРФЕЙСЫ 7-1
7.2. ИНТЕРФЕЙС IEEE-488 (GPIB) 7-1
7.2.1. Контроллер 7-2
7.2.2. Отклик IEEE-488 7-2
7.2.3. Соединительный кабель и IEEE-488 разъём 7-2
7.2.4. Типовая система 7-3
7.2.5. Адрес и выбор источника / приёмника 7-4
7.2.6. Электрический интерфейс IEEE-488 7-4
7.2.7. Буферизация на входе IEEE-488 7-4
7.2.8. Буферизация на выходе IEEE-488 7-6
7.2.9. Взаимоблокировка IEEE-488 7-6
7.3. КОМАНДНЫЙ ЯЗЫК 7-7
7.3.1. Общий синтаксис для команд 7-7
7.3.2. Общий синтаксис для чисел 7-7

7.4. ДИСТАНЦИОННЫЙ И ЛОКАЛЬНЫЙ РЕЖИМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛЬЮ 6622A 7-7

7.5. ПЕРЕЧЕНЬ КОМАНД ПРОГРАММИРОВАНИЯ МОДЕЛИ 6622A 7-8

8. ПРИЛОЖЕНИЯ 8-1

8.1. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 8-1

8.2. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (продолжение) 8-2

8.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ 8-3

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

РИСУНОК 1-1 : БЛОК-СХЕМА МОДЕЛИ 6622A 1-4
РИСУНОК 2-1 : СЕЛЕКТОР СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ 2-2
РИСУНОК 2-2 : ЛИЦЕВАЯ ПАНЕЛЬ МОСТА 6622A (СТЕНД / СТОЙКА) 2-5
РИСУНОК 2-3 : ЗАДНЯЯ ПАНЕЛЬ МОСТА 6622A (СТЕНД / СТОЙКА) 2-8
РИСУНОК 3-1 : ОТКЛИК ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫБОРКИ 3-1
РИСУНОК 3-2 : КОММУТАЦИЯ ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ – СРЕДНЕОМНЫЙ РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ 3-2
РИСУНОК 3-3 : КОММУТАЦИЯ ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ – НИЗКООМНЫЙ РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ LOW OHM С МОДЕЛЬЮ 6623 3-8
РИСУНОК 3-4 : КОММУТАЦИЯ ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ – НИЗКООМНЫЙ РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ LOW OHM С МОДЕЛЬЮ 6623A-300 3-9
РИСУНОК 3-5 : КОММУТАЦИЯ ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ – ВЫСОКООМНЫЙ РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ HIGH OHM 3-12
РИСУНОК 4-1 : ДРЕВОВИДНАЯ СХЕМА – MEASURE/SOFCAL 4-2
РИСУНОК 4-2 : ДРЕВОВИДНАЯ СХЕМА – SETUP 4-3
РИСУНОК 4-3 : ДРЕВОВИДНАЯ СХЕМА – MEASURE-VIEW 4-4

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

ТАБЛИЦА 2-1 : ПАРАМЕТРЫ ПЛАВКИХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ 2-2

ТАБЛИЦА 3-1 : РЕКОМЕНДУЕМЫЕ НАСТРОЙКИ СРЕДНЕОМНОГО РЕЖИМА ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ NORMAL OHM 3-4

ТАБЛИЦА 3-2 : РЕКОМЕНДУЕМЫЕ НАСТРОЙКИ НИЗКООМНОГО РЕЖИМА ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ LOW OHM МОДЕЛИ 6623 3-7

ТАБЛИЦА 3-3 : РЕКОМЕНДУЕМЫЕ НАСТРОЙКИ НИЗКООМНОГО РЕЖИМА ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ LOW OHM МОДЕЛИ 6623A-300 3-7

ТАБЛИЦА 3-4 : РЕКОМЕНДУЕМЫЕ НАСТРОЙКИ ВЫСОКООМНОГО РЕЖИМА ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ HIGH OHM 100 В 3-10

ТАБЛИЦА 3-5 : РЕКОМЕНДУЕМЫЕ НАСТРОЙКИ ВЫСОКООМНОГО РЕЖИМА ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ HIGH OHM 1000 В 3-11

ТАБЛИЦА 6-1 : ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СООБЩЕНИЯ МОДЕЛИ 6622A 6-2

ТАБЛИЦА 7-1 : ЗАВОДСКИЕ ПАРАМЕТРЫ НАСТРОЙКИ ПО УМОЛЧАНИЮ ШИНЫ GPIB 7-2

ТАБЛИЦА 7-2 : МАРКИРОВКА ШТЫРЕВОГО РАЗЪЁМА IEEE-488 7-5

ТАБЛИЦА 7-3 : ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ IEEE-488 МОДЕЛИ 6622A 7-6

ТАБЛИЦА 8-1 : ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 8-1

ТАБЛИЦА 8-2 : ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (ПРОДОЛЖЕНИЕ) 8-2

ТАБЛИЦА 8-3 : ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ (ВСЕ МОДЕЛИ 6622A) 8-5

ТАБЛИЦА 8-4 : ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ (ВСЕ МОДЕЛИ 6623A) 8-6

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данный документ описывает работу и обслуживание автоматических компараторов постоянного тока / измерительных мостов сопротивлений серии 6622A.

1.2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Управление автоматическими мостами серии 6622A возможно с лицевой панели прибора либо при помощи персонального компьютера с соответствующим программным обеспечением. Руководство пользователя по программному обеспечению BridgeWorks описывает работу моста 6622A с помощью программного обеспечения. Как только система установлена на компьютере и подключена к интерфейсу IEEE-488 измерительного моста сопротивлений 6622A, возможно полное программное управление работой моста. Органы управления и индикаторы лицевой панели измерительного моста 6622A показаны на рисунке 2-1. Соответствующие органы управления и разъёмы задней панели прибора представлены на рисунке 2-2. В этом руководстве описаны следующие модели:

6622A-B (Base – базовая модель с верхним пределом измерений 100 кОм)

6622A-XP (e**X**tended **P**recision – наращенная модель с верхним пределом измерений 100 кОм и повышенной точностью)

6622A-XPS (e**X**tended **S**pecial **A**ccuracy – наращенная модель с верхним пределом измерений 100 кОм и специальной точностью)

6622A-XR (e**X**tended **R**ange – наращенная модель с расширенным диапазоном измерения до 100 МОм и базовой точностью)

6622A-XPR (e**X**tended **P**recision and **R**ange – наращенная модель с расширенным диапазоном измерения до 100 МОм и повышенной точностью)

6622A-HV (**H**igh **V**oltage – наращенная высоковольтная модель с диапазоном измерения до 1 ГОм и наилучшей точностью)

В измерительные мосты 6622A также может быть установлена T-опция, добавляющая дополнительные температурные функциональные возможности. Описание T-опции и использование моста серии 6622A в термометрических приложениях приведено в руководстве пользователя OM6622A/T.

1.3. КРАТКИЙ ОБЗОР

Прибор 6622A – это микропроцессорный мост-компаратор постоянного тока, разработанный для автоматического измерения и отображения отношения двух сопротивлений с точностью выше 0,1 ppm. Отношение этих двух сопротивлений определяется из прямого измерения напряжения разбаланса моста в момент поддержки ампер-виткового баланса. Для управления компаратором постоянного тока используется микропроцессорная 16-ти битовая технология для установки токов измерительного моста и конфигурации измерения, инициирующая цикл измерения напряжения и поддерживающая ампер-витковый баланс. Этот полностью автоматизированный процесс измерения достигает оптимального разрешения отношения сопротивлений и точности под-ppm уровня.

Мост разработан для гибкого и лёгкого использования и основан на модели моста-компаратора постоянного тока с ручным управлением, производимым Guildline Instruments (модель 9975), а также на оригинальной работе Национального Исследовательского Совета Канады (National Research Council of Canada)[1]. Дистанционный доступ к встроенному микроконтроллеру через простой набор команд языка управления и универсальную шину интерфейса GPIB позволяет 6622A полное использование возможностей компаратора постоянного тока для удовлетворения любых пользовательских потребностей при поддержании оптимальной точности измерения отношения сопротивления на под-ppm уровне.

Конструктивный подход, заложенный в 6622A, позволяет получить действительную точность измерительного моста 27 бит (до 32 бит в зависимости от конфигурации) при автоматическом измерении отношения сопротивлений в диапазоне от 0,001 Ом до 1 ГОм.

Баланс нуля ампер-виткового потока поддерживается автоматически при использовании электронной цепи замкнутой петли обратной связи, воздействующей на выходной детектор потока для управления источника тока через эталонный резистор. Баланс моста (состояние нулевого напряжения) поддерживается автоматически изменением числа витков последовательно с неизвестным резистором.

[1] MacMartin, M. P. and Kusters, N. L., „A direct -current-comparator for four terminal resistance measurements” („Компаратор постоянного тока для измерения сопротивлений по четырёхпроводной схеме”), IEEE Trans. Instrumentation and Measurement, vol IM-15, pp. 212-220, December 1966.

1.4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Упрощенная блок-схема автоматического компаратора постоянного тока показана на рисунке 1-1. Предусмотрено два комплекта разъёмов по четыре клеммы для подключения по четырёхпроводной схеме – один для эталонного и один для неизвестного сопротивления. Управляемый микропроцессором ток (Ix) проходит через обмотку компаратора с переменным числом витков (Nx) и через неизвестное сопротивление (Rx). Сгенерированный под контролем микропроцессора опорный подстроечный ток (Is) является линейной функцией числа витков (Nx) и проходит через опорную обмотку (Ns) с фиксированным числом витков и эталонный резистор (Rs). Токи (Is) и (Ix), протекающие соответственно в обмотках (Ns) и (Nx), генерируют общий разбаланс магнитного потока в детекторе потока обмоток (Nd). Этот разбаланс потока пропорционален общему ампер-витковому рассогласованию между двумя обмотками [(Is) x (Ns)] и [(Ix) x (Nx)]. Этот разбаланс регистрируется чувствительным элементом детектора потока обмоток и электронным пиковым детектором, генерируя сигнал напряжения, пропорциональный полярности и величине ампер-виткового рассогласования. Это напряжение используется цепью с замкнутой петлёй обратной связи для регулировки подстроечного тока (Is), чтобы привести значение ампер-виткового рассогласования к нулю. При балансе отношение этих двух потоков (Ix и Is), протекающих в двух обмотках, является равным отношению числу витков для каждой обмотки (Nx и Ns).

В приборе 6622A использована полная электрическая развязка между токами схемы путём тотального использования оптоволоконной технологии. Для передачи данных между каждым функциональным компонентом и встроенным микроконтроллером используется оптоволоконный последовательный канал связи.

Связь между двумя половинами измерительного моста существует исключительно за счёт подключения неизвестного (Rx) и эталонного (Rs) сопротивления, а также нановольтного детектора. Для дополнительной особой изоляции половин моста используется методика изоляции источников электропитания согласно рекомендациям Kibble[2]. Нановольтный детектор имеет усилитель с высоким входным импедансом (> 1 ГОм), способный измерять напряжения нановольтного уровня с типовой линейной точностью 14 бит (максимум до 22 бит). Автоматический мост-компаратор постоянного тока использует этот усилитель для измерения разности потенциалов на эталонном и неизвестном сопротивлениях.

Знание величины эталонного сопротивления (Rs), эквивалентной сопротивлению разбаланса моста и подтверждение установления ампер-виткового баланса с параметрами настройки числа витков (Nx, Ns) и токов (Ix, Is), позволяет вычислить значение неизвестного сопротивления (Rx).

---

[2] Kibble, B. P. and Robinson, I. A., „An Isolated Mains Driven Power Supply" („Изолированные источники сетевого электропитания"), NPL Memorandum DES 54, September 1985.

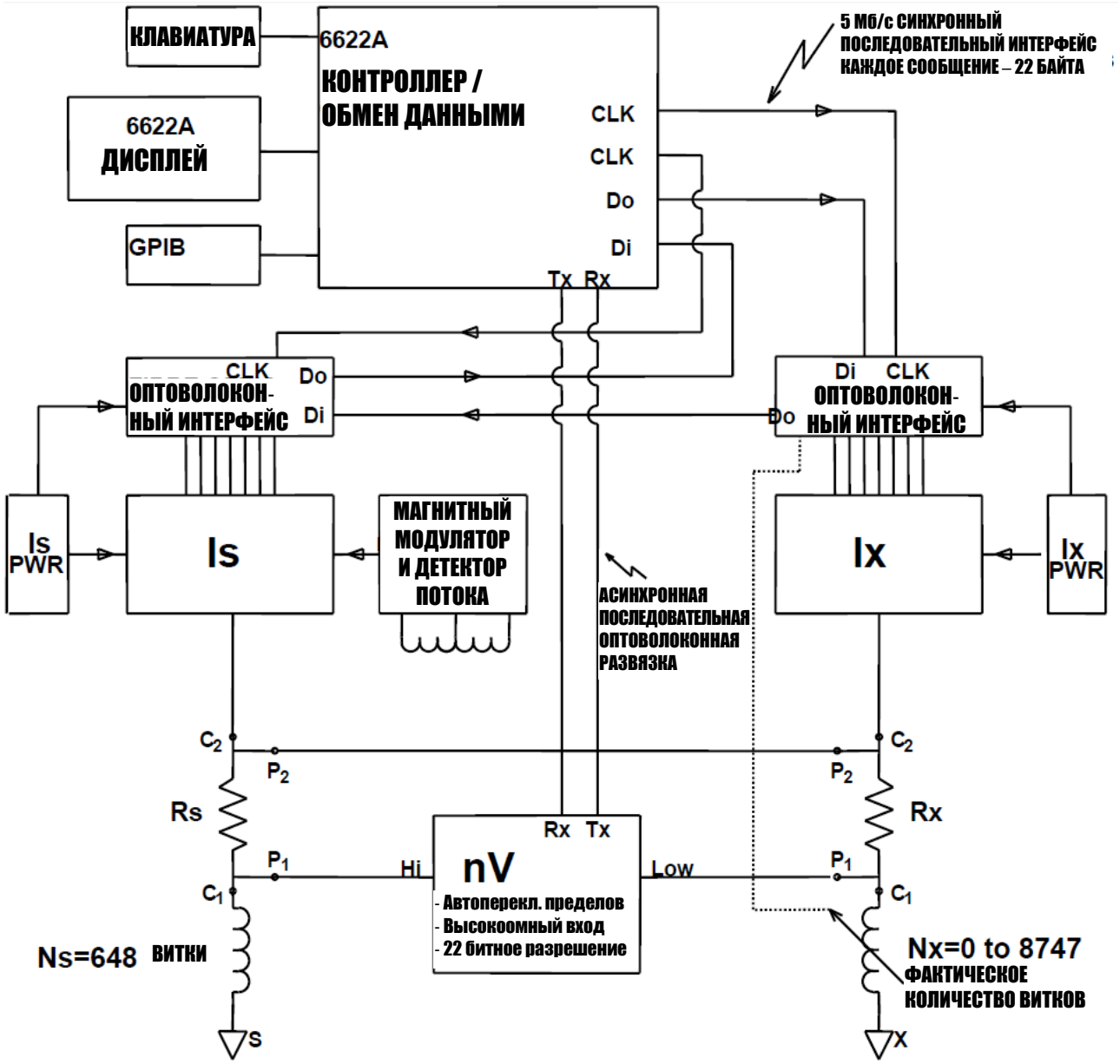


Рисунок 1-1: Блок-схема модели 6622A

1.4.1.1. Низкоомный режим измерения сопротивлений Low Ohm

Этот режим может использоваться для измерений сопротивлений по четырёхпроводной схеме в диапазоне от 0,1 мкОм до 1 Ом. В низкоомном режиме может использоваться наращенная высокотоковая модель 6623A с расширенным диапазоном для улучшения точности измерений ниже среднеомного диапазона.

1.4.1.2. Среднеомный режим измерения сопротивлений Normal Ohm

Этот режим позволяет производить измерения сопротивлений по четырёхпроводной схеме в диапазоне 1 мОм ≤ Rx ≤ 100 кОм. Для проведения измерений мосту 6622A не требуется никаких внешних устройств (за исключением двух резисторов).

1.4.1.3. Высокоомный режим измерения сопротивлений High Ohm

Этот режим позволяет производить измерения сопротивлений по четырёхпроводной схеме в диапазоне 100 кОм ≤ Rx ≤ 1 ГОм, используя два встроенных в 6622A источника напряжения. Этот режим доступен исключительно для наращенных моделей e**X**tended **R**ange и **H**igh **V**oltage.

2. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

2.1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

2.1.1. Распаковка

a. Извлеките автоматический компаратор постоянного тока / измерительный мост сопротивлений 6622A и другие принадлежности из упаковочного контейнера и установите его на подходящей поверхности.
b. С каждым новым мостом поставляются следующие позиции:
   i. Руководство по эксплуатации (OM6622A);
   ii. Руководство пользователя по программному обеспечению (SUM66XX);
   iii. Запасной плавкий предохранитель 1 A Slo Blo (GPN # 099-21000);
   iv. Запасной плавкий предохранитель 2 A Slo Blo (GPN **#** 099-22000);
   v. Два четырёхпроводных измерительных кабеля (GPN # 19591.01.02);
   vi. Шнур электропитания (GPN # 250-04030);
   vii. Гаечный ключ, 5/64 (GPN **#** 950-61905).

2.1.2. Выбор напряжения электропитания

Автоматический компаратор постоянного тока / измерительный мост сопротивлений 6622A поставляется с предустановленным напряжением питания 240 В и частотой сети, указанной при заказе. Селектор выбора напряжения сети должен быть настроен на правильное напряжение сети и перед включением прибора должен быть установлен соответствующий плавкий предохранитель. 6622A позволяет выбрать требуемое напряжение. Существует возможность установки сетевого напряжения 100 В, 120 В, 220 В и 240 В. На рисунке 2-1 показана процедура установки селектора напряжения сети в требуемое положение.

Частота сетевого напряжения может быть установлена через лицевую панель прибора, как описано в пункте 4.6.6.2. Если входное напряжение сети отличается от указанного при заказе, тогда прибор 6622A может оказаться несовместим с новым входным напряжением и частотой электросети. Величина ADC Beta должна совпадать с указанной в Протоколе постоянных моста, который поставляется вместе с прибором.

Если вилка сетевого провода, поставляемого с прибором, отличается от розетки местной сети электропитания, то сетевая вилка может быть заменена на соответствующую местной сети электропитания. Провода должны быть подключены следующим образом:

Коричневый провод	-	фаза сетевого напряжения
Синий провод	-	провод нейтрали
Зеленый / желтый	-	заземление (электробезопасность)

2.1.3. Замена плавкого предохранителя

Для замены в случае необходимости должны использоваться плавкие предохранители исключительно указанного типа. Обратитесь к таблице 2-1.

Плавкие предохранители (тип – с временной задержкой TIME DELAY TYPE)			
100 В	120 В	220 В	240 В
2 А, 250 В, (Т)	2 А, 250 В, (Т)	1 А, 250 В, (Т)	1 А, 250 В, (Т)

Таблица 2-1. Параметры плавких предохранителей

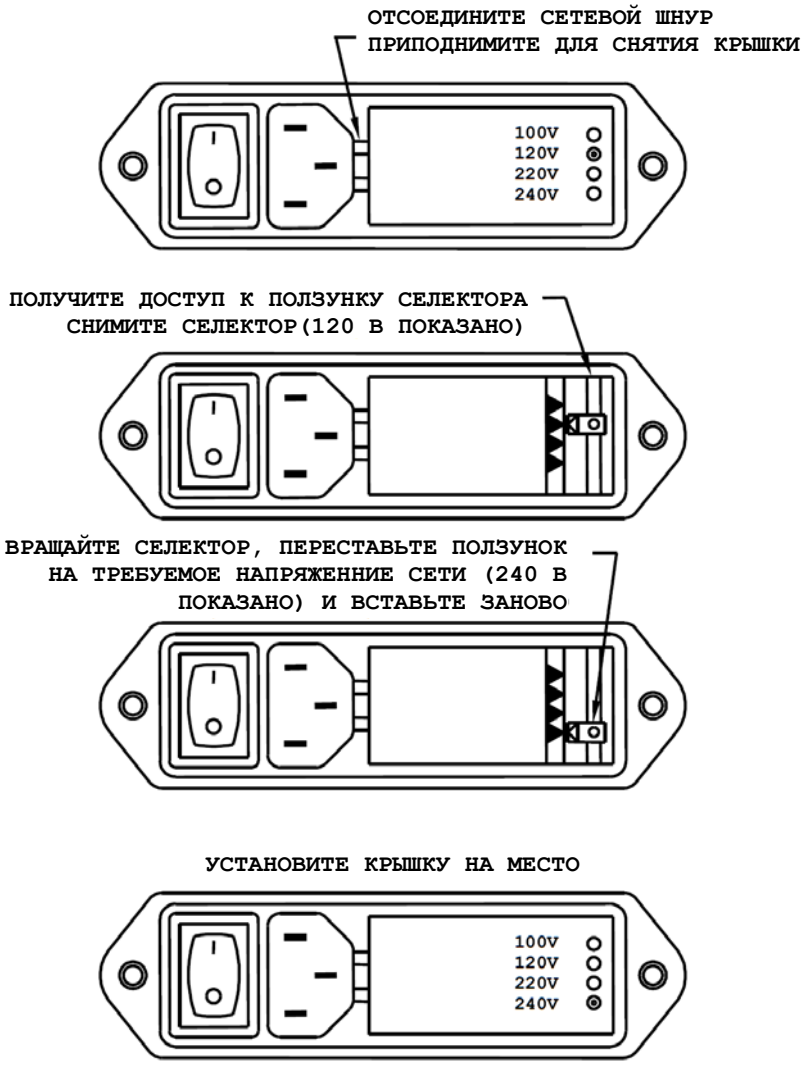


Рисунок 2-1: Селектор сетевого напряжения

2.1.4. Настройка и включение питания

a. Убедитесь, что выключатель сетевого питания отключён.
b. Удалите весь упаковочный материал с лицевой панели прибора, который используется только в процессе доставки.
c. Подключите пригодную компьютерную систему в соответствии с предоставленной документацией. Подсоедините кабель универсальной интерфейсной шины GPIB к разъёму GPIB измерительного моста и к разъёму GPIB компьютерной системы.
d. Перед подключением прибора к сети настройте входной селектор на корректное напряжение и установите требуемый плавкий предохранитель, как указано в пунктах 2.1.2 и 2.2.
e. Подсоедините шнур питания от измерительного моста 6622A к сети.
f. Включите прибор. Вы должны увидеть титульное сообщение с указанием модели и опций, заказанных Вами. Убедитесь в отсутствии ошибок в этом сообщении.
g. Подтвердите правильность установленной частоты сети питания в соответствии с пунктом 2.1.2.
h. Если Вы используете программное управление, откройте на компьютере программное обеспечение обмена и накопления данных BridgeWorks Data Acquisition. Обратитесь к руководству пользователя по данному программному обеспечению.
i. Если программное обеспечение BridgeWorks сигнализирует, что измерительный мост 6622A не найден, для его поиска запустите утилиту Rescan For Bridge, воспользовавшись меню File. Обратите внимание, что утилиту Rescan For Bridge Вы нужно запускать и в том случае, если измерительный мост был включен после запуска программного обеспечения, производилась его замена или отсоединялся кабель универсальной интерфейсной шины GPIB.

2.2. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Если при включении питания на дисплее отсутствовали сообщения об ошибках (см. пункт 2.1.4 выше), выполните измерение сопротивлений двух эталонных резисторов номиналом 10 кОм. Используйте для этого установочную процедуру измерения, описанную ниже. Обратите внимание, что могут использоваться любые два эталонные сопротивления равных номиналов, но параметры установки будут различны. Обратитесь к разделу 3.

Шаг 1) Подсоедините резисторы к клеммам Rx и Rs измерительного моста 6622A как проиллюстрировано на рисунке 3-2.

С лицевой панели модели 6622A выберете ‘Setup’ (‘Установка’) в главном меню функций.

В меню ‘Setup’ сконфигурируйте настройки измерений следующим образом:

- Выберите функциональную клавишу режима ‘Normal’ (‘Среднеомный’);
- Выберите функциональную клавишу ‘Edit’ (‘Редактировать’);
- С помощью числовой клавиатуры в подсвеченное поле дисплея ‘Resistance RS:’ введите число 10000;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Оставьте чистой строку для ввода серийного номера эталонного резистора ‘serial No. RS:’;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;

- С помощью числовой клавиатуры в подсвеченное поле дисплея ‘Resistance RS:’ введите число 10000;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Введите 15 для скорости переключения измерения;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Введите значение тока тестирования 1 мА;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Введите значение максимального тока 10мА;
- Убедитесь, что все данные введены верно и нажмите ‘OK’.

Шаг 2) Дважды нажмите функциональную клавишу ‘Previous’ (‘Предыдущий’) для возврата к главному меню.

Шаг 3) Для начала измерения нажмите функциональную клавишу ‘Measure’ (‘Измерение’), а затем функциональную клавишу подменю ‘Meas Off’. Измерительный мост 6622A мост начнёт показывать номинальное значение измеряемого резистора, а затем продолжит проводить ряд грубых измерительных циклов, пока не достигнет полного разрешения (максимальной точности) измерения. Измерение может быть остановлено в любой момент нажатием клавиши меню ‘Meas On’.

Шаг 4) Величина, отображённая после около 15 минут измерений, должна быть в пределах 100 ppm относительно известного номинала резистора.

Шаг 5) После завершения измерения эти 10 кОм резисторы должны быть удалены.

Примечание: Тест должен быть выполнен без вывода на дисплей сообщений об ошибках, а результат измерения совпадать с номиналом эталонного резистора в пределах 100 ppm. Это не является предельной точностью измерительного моста 6622A, но служит достаточным функциональным тестом для определения того, что прибор поступил в надлежащем рабочем состоянии.

2.3. ДИСПЛЕЙ И ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ СЕРИИ 6622A

Отображаемый на дисплее текст, представляет текущее состояние измерительного моста серии 6622A.

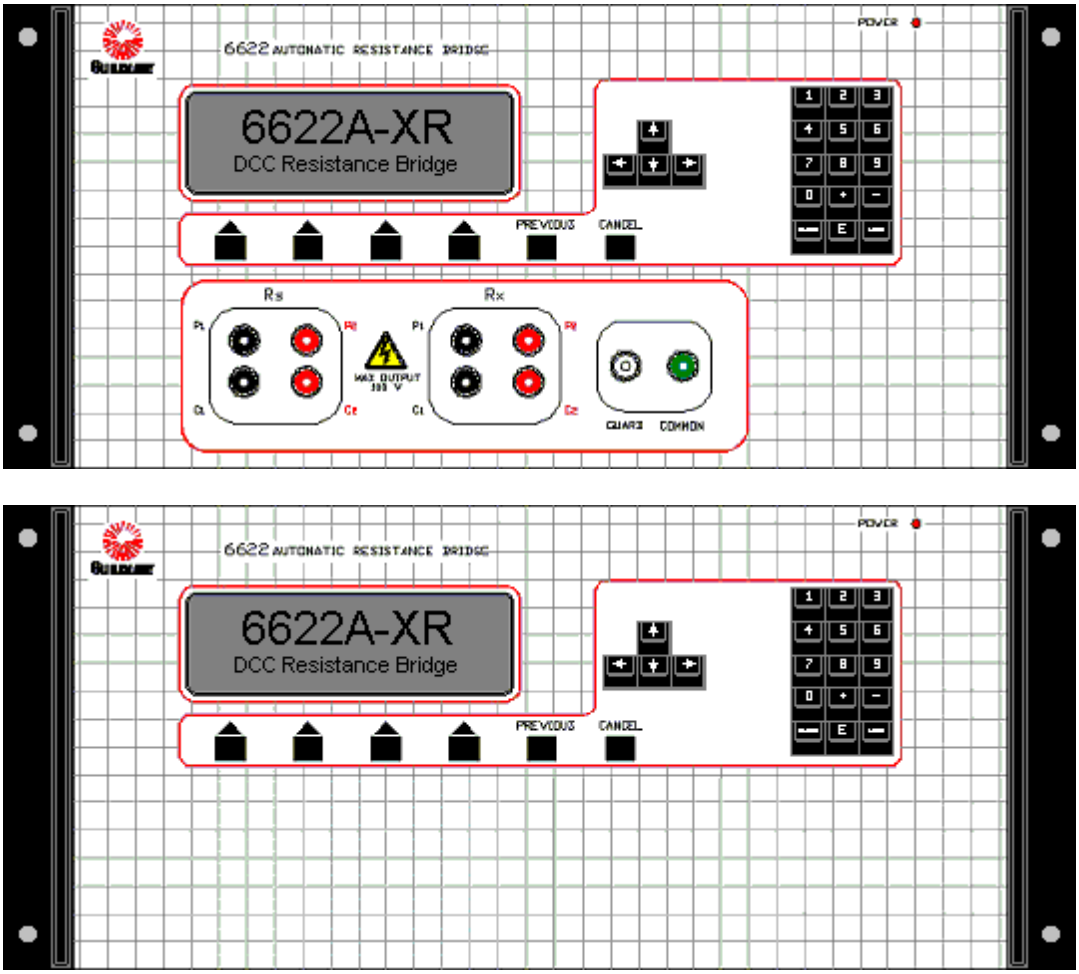


Рисунок 2-2: Лицевая панель моста 6622A (стенд / стойка)

2.3.1. Входные клеммы эталонного резистора (только для стендовой модели)

Входные зажимы эталонного резистора являют собой 4 винтовые клеммы с низкой термо-ЭДС. Винтовые клеммы обозначены ‘**Rs**’ сверху над группой этих 4 контактов. Клеммы промаркированы по часовой стрелке начиная снизу слева, как ‘C1’, ‘P1’, ‘P2’ и ‘C2’. Эти клеммы обеспечивают прямое подсоединение эталонного резистора. Переключение между несколькими сопротивлениями можно упростить и автоматизировать путём подключения клемм эталонного резистора к выходным клеммам Line A ‘Rs C и P’ опционального 16-ти канального сканера(-ов). У стендовой модели эти клеммы расположены на лицевой панели прибора.

2.3.2. Входные клеммы тестируемого резистора (только для стендовой модели)

Входные зажимы тестируемого резистора являют собой 4 винтовые клеммы с низкой термо-ЭДС. Винтовые клеммы обозначены '**Rx**' сверху над группой этих 4 контактов. Клеммы промаркированы по часовой стрелке начиная снизу слева, как 'C1', 'P1', 'P2' и 'C2'. Эти клеммы обеспечивают прямое подсоединение тестируемого резистора. Переключение между несколькими сопротивлениями можно упростить и автоматизировать путём подключения клемм эталонного резистора к выходным клеммам Line B 'Rx C и P' опционального 16-ти канального сканера(-ов). У стендовой модели эти клеммы расположены на лицевой панели прибора.

2.3.3. Клемма защиты Guard (только для стендовой модели)

Клемма защиты являет собой винтовую клемму белого цвета. Защита – это слаботочная активная цепь, расположена сбоку от четырёх клемм резистора Rx. У стендовой модели защитная клемма расположена на лицевой панели прибора. Для предотвращения поломки измерительного моста 6622A строго запрещено заземлять защиту. Также для предотвращения повреждений измерительного моста 6622A его активная цепь защиты никогда не должна подсоединяться к активной цепи защиты другого прибора, например к калибратору Fluke 5700A. У стендовой модели защитная клемма расположена на лицевой панели прибора.

2.3.4. Клемма общей цепи Common (только для стендовой модели)

Клемма общей цепи являет собой винтовую клемму чёрного цвета. Эта клемма соединена с внутренней общей цепью измерительного моста 6622A и изолирована от клеммы заземления корпуса прибора. У стендовой модели клемма общей цепи расположена на лицевой панели прибора. Как правило, эта клемма не применяется при проведении измерений и в основном используется при диагностике. У стендовой модели клемма общей цепи расположена на лицевой панели прибора.

2.3.5. Сеть

Индикатор питания светится при подаче напряжения переменного тока на прибор и при установке переключателя сети в положение „ON" („ВКЛ").

2.3.6. Дисплей

Дисплей являет собой комбинированный зеленый флуоресцентный вакуумный дисплей размером 256 на 64 графических пикселей с дисплейными символами 8 на 42.

2.3.7. Числовая клавиатура

Числовая клавиатура состоит из следующих 15 клавиш: <**0**>, <**1**>, <**2**>, <**3**>, <**4**>, <**5**>, <**6**>, <**7**>, <**8**>, <**9**>, <**-**>, <**.**>, <**CLEAR**>, <**E**>, <**LOAD**>.

2.3.8. Специальные клавиши

2.3.8.1. Клавиши перемещения курсора

Четыре клавиши перемещения курсора обозначены как: <**LEFT ARROW**> (<СТРЕЛКА ВЛЕВО>), <**UP ARROW**> (<СТРЕЛКА ВВЕРХ>), <**DOWN ARROW**> (<СТРЕЛКА ВНИЗ>) и <**RIGHT ARROW**> (<СТРЕЛКА ВПРАВО>).

2.3.8.2. Функциональные клавиши

Четыре немаркированные клавиши, расположенные под дисплеем, являются функциональными клавишами. Их функциональные возможности зависят от „программных" функций, описанных в разделе 4 этого руководства. В дополнение к этому есть две фиксированные функциональные клавиши: <**PREVIOUS**> (<ПРЕДЫДУЩИЙ>) и <**CANCEL**> (<ОТМЕНА>). Нажатие <**PREVIOUS**> в пределах выбранного меню вернёт предыдущее меню, а нажатие клавиши <**CANCEL**> отменит все введённые данные.

2.4. РАЗЪЁМЫ И ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ СЕРИИ 6622A

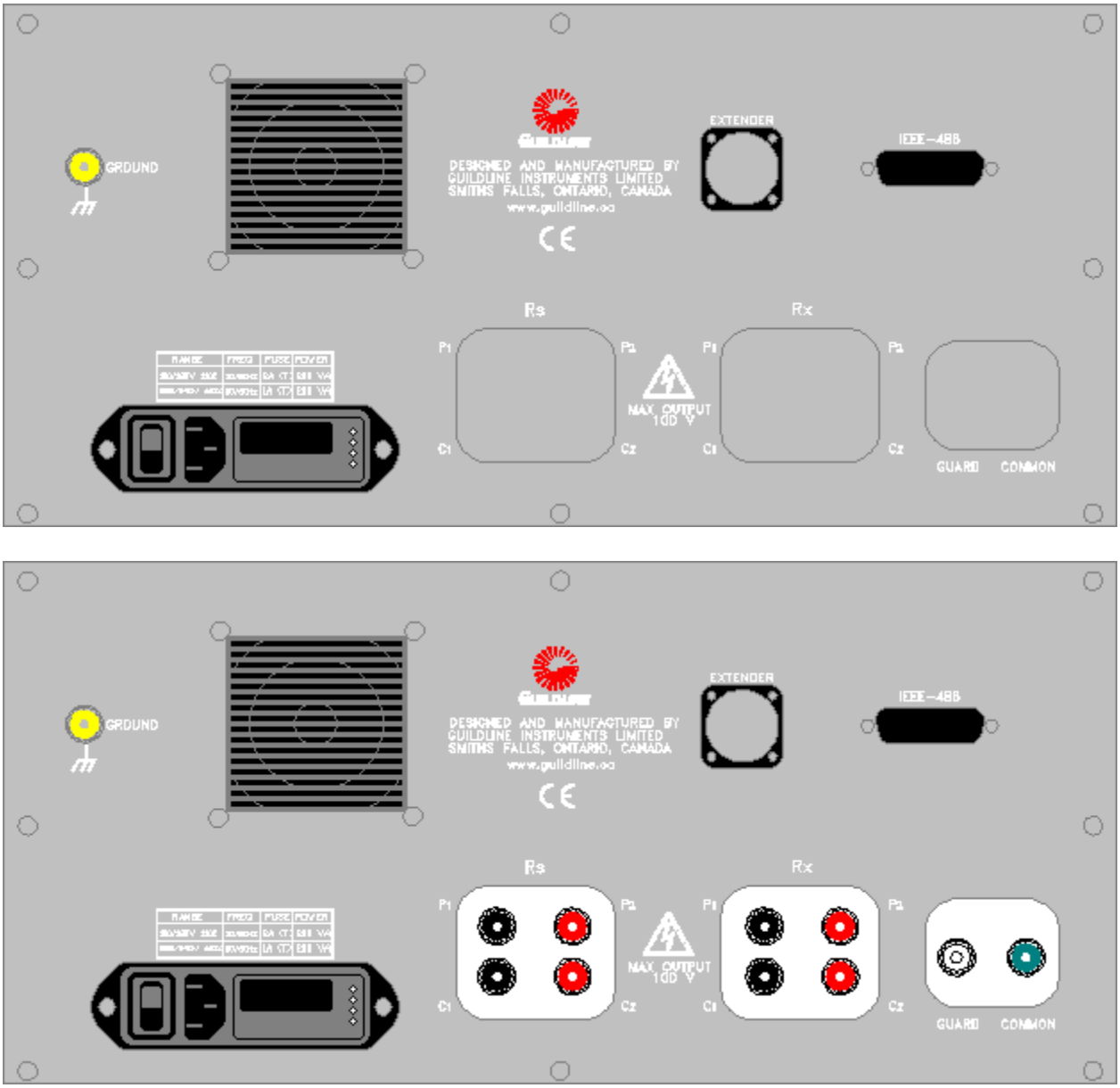


Рисунок 2-3: Задняя панель моста 6622A (стенд / стойка)

2.4.1. Интерфейс IEEE-488

Интерфейс IEEE-488 состоит из стандартного разъёма IEEE-488. Интерфейс IEEE-488 обеспечивает все необходимые средства для компьютерной системы, чтобы гарантировать полное компьютерное управление автоматическим компаратором постоянного тока / измерительным мостом сопротивлений серии 6622A.

2.4.2. Входной разъём сетевого питания

Входной разъём сетевого питания – это комбинация стандартного 3-х штырькового сетевого разъёма переменного тока, выключателя ON/OFF (ВКЛ\ВЫКЛ) и селектора выбора напряжения сети электропитания с плавким предохранителем. Селектор выбора напряжения сети состоит из четырёхпозиционного переключателя и зажима плавкого предохранителя. Селектор входного сетевого напряжения позволяет делать выбор между четырьмя возможными значениями напряжения: 100 В, 120 В, 220 В и 240 В. Для напряжений 100/120 В предназначен плавкий предохранитель с временной задержкой номиналом 2 А, а для напряжений 220/240 в – плавкий предохранитель с временной задержкой номиналом 1 А. Селектор входного сетевого напряжения и плавкий предохранитель при отгрузке установлены для работы в сети 240 В, если только в опросном листе не было указано иное.

2.4.3. Входные клеммы эталонного резистора (только для модели, монтируемой в стойку)

Входные зажимы эталонных резисторов являют собой 4-е винтовые клеммы с низкой термо-ЭДС. Винтовые клеммы обозначены '**Rs**' сверху над группой этих 4-х контактов. Клеммы промаркированы по часовой стрелке начиная снизу слева, как 'C1', 'P1', 'P2' и 'C2'. Эти клеммы обеспечивают прямое подсоединение эталонного резистора. Переключение между несколькими резисторами можно упростить и автоматизировать путём подключения входных клемм эталонного резистора к выходным клеммам Line A 'Rs C и P' опционального 16-ти канального сканера(-ов) модели 6664C. У модели, монтируемой в стойку, эти клеммы расположены на задней панели прибора.

2.4.4. Входные клеммы тестируемого резистора (только для модели, монтируемой в стойку)

Входные зажимы тестируемого резистора являют собой 4-е винтовые клеммы с низкой термо-ЭДС. Винтовые клеммы обозначены '**Rx**' сверху над группой этих 4-х контактов. Клеммы промаркированы по часовой стрелке начиная снизу слева, как 'C1', 'P1', 'P2' и 'C2'. Эти клеммы обеспечивают прямое подсоединение тестируемого резистора. Переключение между несколькими резисторами можно упростить и автоматизировать путём подключения входных клемм эталонного резистора к выходным клеммам Line B 'Rx C и P' опционального 16-ти канального сканера(-ов) модели 6664C. У модели, монтируемой в стойку, эти клеммы расположены на задней панели прибора.

2.4.5. Клемма защиты Guard (только для модели, монтируемой в стойку)

Клемма защиты являет собой винтовую клемму белого цвета. Защита – это слаботочная активная цепь, расположена сбоку от четырёх клемм сопротивления Rx. У модели, монтируемой в стойку, защитная клемма расположена на задней панели прибора. Для предотвращения поломки измерительного моста 6622A строго запрещено заземлять защиту. Также для предотвращения повреждений измерительного моста 6622A его активная цепь защиты никогда не должна подсоединяться к активной цепи защиты другого прибора, например к калибратору

Fluke 5700A. У модели, монтируемой в стойку, защитная клемма расположена на задней панели прибора.

2.4.6. Клемма общей цепи Common (только для модели, монтируемой в стойку)
Клемма общей цепи являет собой винтовую клемму чёрного цвета. Эта клемма соединена с внутренней общей цепью измерительного моста 6622A и изолирована от клеммы заземления корпуса прибора. У модели, монтируемой в стойку, защитная клемма расположена на задней панели прибора. Как правило, эта клемма не применяется при проведении измерений и в основном используется при диагностике. У модели, монтируемой в стойку, защитная клемма расположена на задней панели прибора.

2.4.7. Клемма заземления Ground
Клемма заземления являет собой винтовую клемму зелёного цвета. Клемма заземления соединяет корпус измерительного моста серии 6622A с заземляющим штырьком входного разъёма сетевого питания.

2.4.8. Разъём расширителя
Разъём расширителя – это 6-ти штырьковый круглый разъём для подключения необходимых сигналов к и от серии 6623A или расширителей диапазона модели 6623.

3. КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Этот раздел содержит сведения по проведению измерений сопротивлений в диапазоне от 1 мОм до 1 ГОм. Этот справочник поясняет проведение измерений в ручном режиме с помощью органов управления лицевой панели моста 6622A. Управление измерительным мостом 6622A в полностью автоматическом режиме через терминал компьютерной системы описано в руководстве пользователя по программному обеспечению BridgeWorks. Типовой пример отклика измерения сопротивления от выборки приведён на рисунке 3-1.

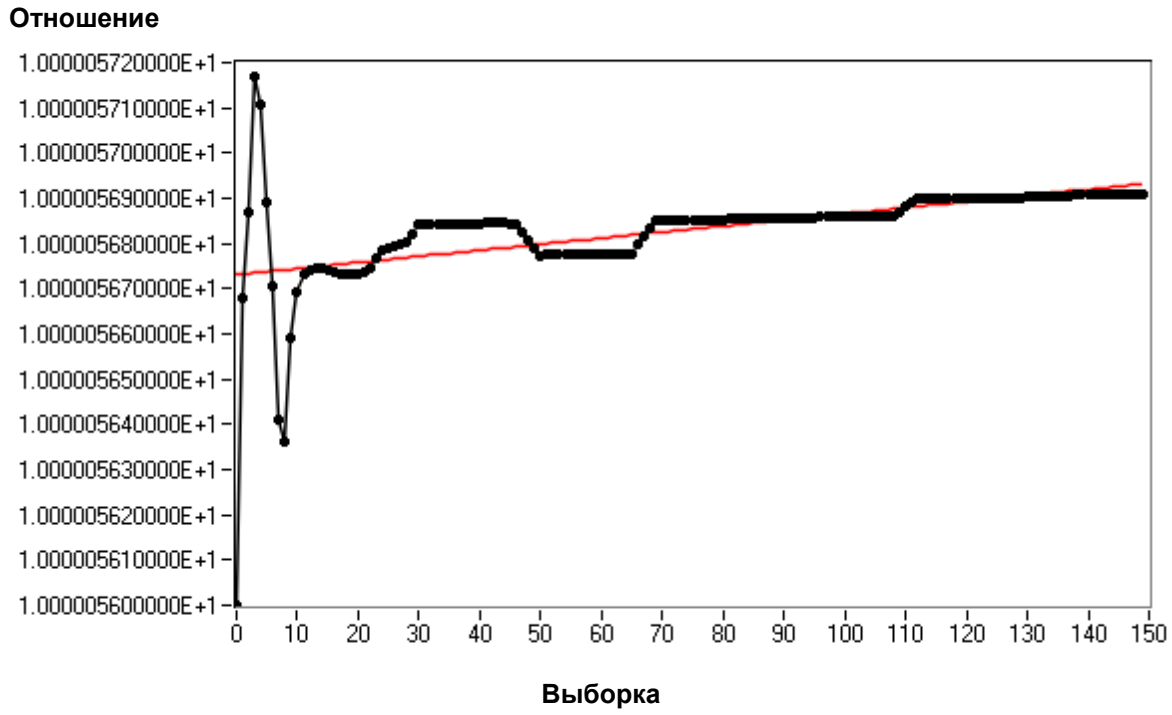


Рисунок 3-1: Отклик измерения сопротивлений в зависимости от выборки

ПРИМЕЧАНИЕ: Только 35 последних (из 150 произведённых) измерений должны применяться для определения среднего значения измерения и величины среднеквадратического отклонения, что позволит при достаточном периоде стабилизации достигать указанной для моста модели 6622A неопределённости.

3.1.1. Среднеомный режим измерения сопротивлений Normal Ohm (все модели 6622A)

Мост 6622A в среднеомном режиме позволяет проводить измерения сопротивлений в диапазоне от 1 мОм до 100 кОм. Следующие шаги обрисовывают общую процедуру для проведения измерений в среднеомном режиме. На рисунке 3-2 проиллюстрировано типовое подключение к клеммам на задней панели прибора для этого режима измерения. Технические требования допускают применять для коммутации исключительно экранированные провода с подключением экрана к защитной клемме ‘GUARD’. Настоятельно рекомендуется использовать кабели Guildline SCW.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Оптимальные результаты измерений могут быть получены только в контролируемой окружающей среде. Неукоснительно должны соблюдаться рекомендации публикации ISA RE52.1 Американского общества измерительных приборов Instrument Society of America (ISA) и, особенно, требования к параметрам относительной влажности.

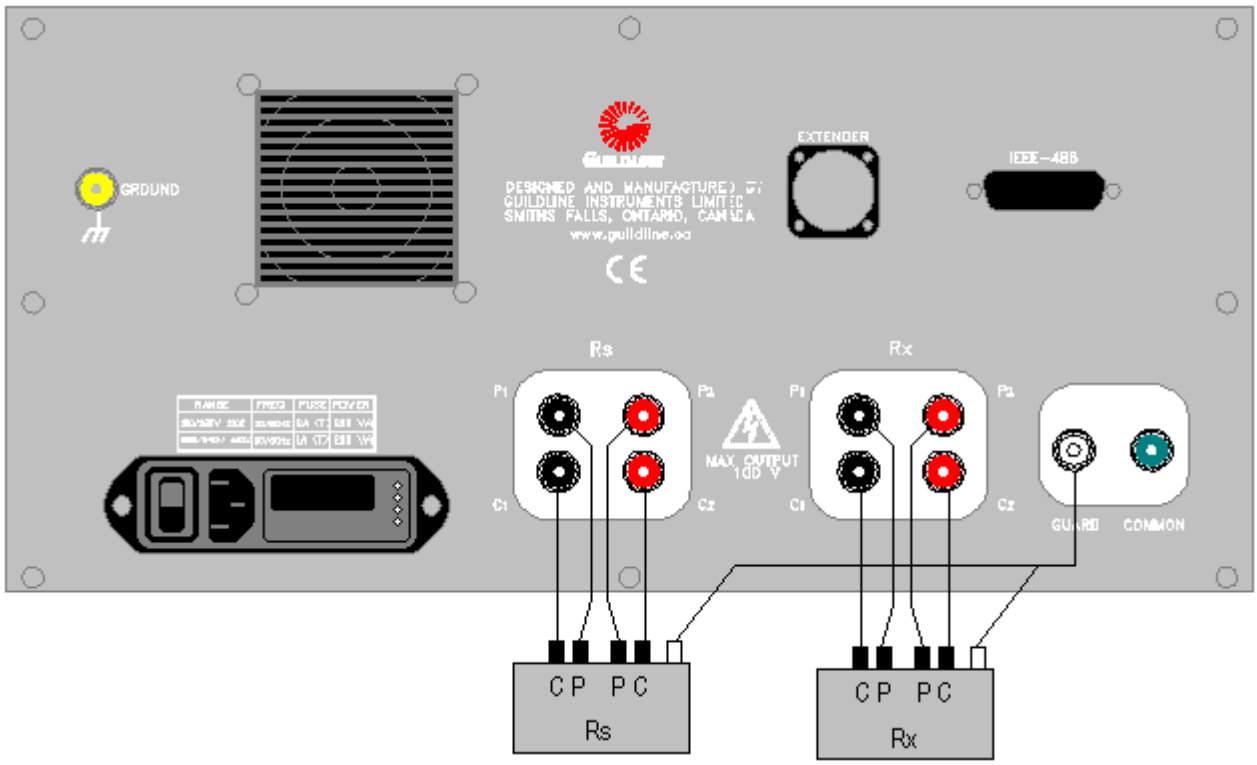


Рисунок 3-2: Коммутация задней панели – среднеомный режим измерения

Шаг 1) Выберите соответствующий рабочий эталонный резистор таким образом, чтобы отношение Rs:Rx было в пределах от 1:1 до 1:100 (смотри таблицу 3-1).

Шаг 2) Подсоедините клеммы Rs и Rx к соответствующим выводам резистора, сопротивление которого должно быть измерено. Эти четыре клеммы обозначены как C1, P1, C2 и P2 и должны быть подключены к соответствующим выводам 4-х контактного резистора, сопротивление которого будет измерено по четырёхпроводной схеме. Для измерения по двухпроводной схеме двухконтактного резистора, закоротите пару C1 и P1 и подключите к одному выводу резистора, а закороченную пару C2 и P2 – к другому выводу резистора.

Шаг 3) С лицевой панели модели 6622A выберете ‘Setup’ (‘Установка’) в главном меню функций. Обратитесь к пункту 4.6 для ознакомления с описанием меню и к таблице 3-1 для рекомендуемых настроек при проведении измерений.
В меню ‘Setup’ сконфигурируйте настройки измерений следующим образом:
- Выберите функциональную клавишу режима ‘Normal’ (‘Среднеомный’);
- Выберите функциональную клавишу ‘Edit’ (‘Редактировать’);
- С помощью числовой клавиатуры в подсвеченное поле дисплея ‘Resistance RS:’ введите номинал эталонного резистора;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Введите серийный номер эталонного резистора ‘serial No. RS:’;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Введите скорость переключения при измерении;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Введите величину тока тестирования для измеряемого резистора в мА;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Введите значение максимального тока для эталонного резистора в мА;
- Убедитесь, что все данные введены верно и нажмите ‘OK’.

Обратите внимание, что ток в эталонном резисторе задаётся сопротивлением измеряемого резистора в соответствии со следующим выражением:

Ток эталонного резистора = Ток тестирования x (Rx/Rs)

Шаг 4) Дважды нажмите функциональную клавишу ‘Previous’ (‘Предыдущий’) для возврата к главному меню.

Шаг 5) Для начала измерения нажмите функциональную клавишу ‘Measure’ (‘Измерение’), а затем функциональную клавишу подменю ‘Meas Off’. Измерительный мост 6622A начнёт показывать номинальное значение измеряемого резистора, а затем продолжит проводить ряд грубых измерительных циклов, пока не достигнет полного разрешения (максимальной точности) измерения. Измерение может быть остановлено в любой момент нажатием клавиши меню ‘Meas On’.

Rэт., (Ом)	Rизм. (Ом)	Ток тест. (мА)	Макс. ток (мА)	Скорость переключ. (с)	Примечание (1)
1	0,1	150	150	60	Выходной ток ограничен 150 мА
1	1	100	150	20	
1	10	10	150	20	
1	100	1	150	60	
10	1	100	100	20	
10	10	31,6	31,6	20	
10	100	3,16	31,6	20	
10	1 к	0,316	31,6	60	
100	10	31,6	31,6	20	
100	100	10	10	20	
100	1 к	1	10	40	
100	10 к	0,1	10	90	
1 к	100	10	10	40	
1 к	1 к	3,16	3,16	40	
1 к	10 к	0,316	3,16	60	
1 к	100 к	0,032	3,2	90	
10 к	1 к	3,16	3,16	60	
10 к	10 к	1	1	60	
10 к	100 к	0,1	1	90	

Таблица 3-1: Рекомендуемые настройки среднеомного режима измерения сопротивлений Normal Ohm

ПРИМЕЧАНИЕ: Только 35 последних (из 150 произведённых) измерений должны приниматься во внимание для обеспечения достаточного периода стабилизации и достижения указанной неопределённости.

3.1.2. Низкоомный режим измерения сопротивлений Low Ohm (все модели 6622A)

В режиме измерения малых сопротивлений мост 6622A позволяет измерять сопротивления ниже 1 Ом. При использовании с наращенными моделями 6623A или 6623 с расширенным диапазоном, измерение малых сопротивлений может быть выполнено с применением больших токов.

Шаг 1) Подключите мост, расширитель диапазона и внешний источник электропитания (требуется только для 6623), эталонный и измеряемый резистор как показано на рисунках 3-3 и 3-4 ниже. Убедитесь, что Вы используете провода пригодные для высоких токов.

Шаг 2) Убедитесь, что выбран соответствующий эталонный резистор. Обычно при измерении малых сопротивлений используется эталонный резистор номиналом 1 Ом.

Шаг 3) С лицевой панели модели 6622A выберете ‘Setup’ (‘Установка’) в главном меню функций. Обратитесь к таблицам 3-2 и 3-3 для рекомендуемых настроек при проведении измерений.

В меню ‘Setup’ сконфигурируйте настройки измерений следующим образом:

- Выберите функциональную клавишу режима ‘Low (ohm)’ (‘Низкоомный’);
- Варианты на этом уровне: ‘edit’ (информация по тестовых настройках), ‘ok’ (для подтверждения) или ‘6623A’ или ‘6623’. Убедитесь в том, что выбран соответствующий режим. Это достигается нажатием функциональной клавиши под отображаемым на дисплее варианте наращенной модели для выбора требуемой. Весь ряд автоматических компараторов постоянного тока / измерительных мостов сопротивлений 6622(A) может работать с серией 6623A или наращенной по диапазону моделью 6623.
- Выберите функциональную клавишу ‘Edit’ (‘Корректировать’);
- С помощью числовой клавиатуры в подсвеченное поле дисплея ‘Resistance RS:’ введите величину эталонного резистора;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Введите серийный номер эталонного резистора ‘Serial No. RS:’;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Введите номинальное значение сопротивления резистора Rx;
- Введите скорость переключения при измерении;
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Введите коэффициент преобразования расширителя 10 или 20, 100 или 1000. Введённое отношение должно согласовываться с существующим комплектом клемм на 6623 или 6623A. Например, если Вы используете набор клемм x1000 на модели 6623, то введите отношение 1000 в это окно.
- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- Введите значение максимального тока для эталонного резистора в мА. Необходим несколько больший ток, чем указанный для Rs в таблице 3-3. Приемлемой будет установка тока 150 мА.

- Для перехода к следующей строке дисплея выберите клавишу со стрелкой „вниз”;
- При использовании модели 6623 и внешнего источника электропитания, пользователь устанавливает ток тестирования на внешнем источнике электропитании, а не на мосте. При использовании расширителя диапазона модели 6623A, введите ток тестирования (для измеряемого резистора) в A.
- Убедитесь, что все данные введены верно и нажмите ‘OK’.

Шаг 4) Дважды нажмите функциональную клавишу ‘Previous’ (‘Предыдущий’) для возврата к главному меню.

Шаг 5) На источнике тока, который используется в данный момент, установите требуемый выходной ток, но **НЕ ВКЛЮЧАЙТЕ** выход. Для начала измерения нажмите функциональную клавишу ‘Measure’ моста 6622A, а затем функциональную клавишу подменю ‘Meas Off’. Измерительный мост 6622A начнёт показывать либо номинальное значение измеряемого сопротивления лобо измеряемое отношение. В этот момент мост производит измерение при 0 (нулевом) токе. Теперь включите токовый выход источника питания. Помните, что измерения нужно начинать до включения токового выхода источника питания. Мост проведёт через ряд измерительных циклов, пока не достигнет полного разрешения (максимальной точности) измерения. Это может занять некоторое время для достижения стабильных показаний после включения тока.
Перед остановкой измерений сначала всегда отключайте источник тока. Измерение может быть остановлено в любой момент нажатием клавиши меню ‘Meas On’.

Обратитесь к таблицам 3-2 и 3-3 для рекомендуемых настроек при проведении измерений. Обратите внимание, что ток в эталонном резисторе задаётся сопротивлением измеряемого резистора и расширителя тока в соответствии со следующим выражением:

Ток эталонного резистора = Ток тестирования x (Rx/Rs)

Также обратите внимание, что измерения в низкоомном режиме должны быть проведены таким образом, чтобы выполнялись следующие условия:

Rs ≥ Ext. Ratio(отношение расширителя) **x Rx/2**

Rs ≥ (Extender Ratio) x Rx

Rэт, (Ом)	Rизм (Ом)	Ток тест. (А)	Ток Rs (мА)	Отношение расширителя	Скорость переключ. (с)	Примечание (1)
1	0,1	0,316	31,6	10:1	60	1 Вт на Rx
1	0,01	10	100	100:1	60	1 Вт на Rx
1	0,001	31,6	31,6	1000:1	60	1 Вт на Rx
1	0,0001	100	100	1000:1	60	1 Вт на Rx
1	0,00001	100	100	1000:1	60	Предел источника тока
1	0,000001	100	100	1000:1	60	Предел источника тока

Таблица 3-2: Рекомендуемые настройки низкоомного режима измерения сопротивлений Low Ohm модели 6623

ПРИМЕЧАНИЕ: Только 35 последних (из 150 произведённых) измерений должны приниматься во внимание для обеспечения достаточного периода стабилизации и достижения указанной неопределённости.

Rэт, (Ом)	Rизм (Ом)	Ток тест. (А)	Ток Rs (мА)	Расширитель Отнош. / Диап.	Скорость переключ. (с)	Примечание (1)
1	0,01	3	30	20: 1 / 3A	60	Предел x 20, 3 A диапазон
1	0,05	2	100	20: 1 / 3A	60	Предел 10 мВт на Rs
1	0,1	1	100	20: 1 / 3A	60	Предел 10 мВт на Rs
10	0,1	3	30	20: 1 / 3A	60	Предел x 20, 3A диапазон
100	0,5	3	15	20: 1 / 3A	60	Предел x 20, 3A диапазон
1000	10	0,8	8	20: 1 / 3A	60	Предел по напряжению
1	0,001	15	15	200: 1 / 15A	60	Предел x 200/15 A диапаз.
1	0,005	15	75	200: 1 / 15A	60	Предел x 200/15 A диапаз.
1	0,01	10	100	200: 1 / 15A	60	Предел 10 мВт на Rs
10	0,01	15	15	200: 1 / 15A	60	Предел x 200/15 A диапаз.
10	0,05	6,32	31,6	200: 1 / 15A	60	Предел 10 мВт на Rs
100	0,1	10	10	200: 1 / 15A	60	Предел 10 мВт на Rs
1	1u	300	0,3	2000: 1 / 300A	90	Предел x 2000/300A диап.
1	10u	300	3	2000: 1 / 300A	90	Предел x 2000/300A диап.
1	50u	300	15	2000: 1 / 300A	90	Предел x 2000/300A диап.
1	100u	300	30	2000: 1 / 300A	90	Предел x 2000/300A диап.
1	0,0005	200	100	2000: 1 / 300A	90	Предел 10 мВт на Rs
10	0,0005	300	15	2000: 1 / 300A	90	Предел x 2000/300A диап.
10	0,001	300	30	2000: 1 / 300A	90	Предел x 2000/300A диап.

Таблица 3-3: Рекомендуемые настройки низкоомного режима измерения сопротивлений Low Ohm модели 6623A-300

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Только 35 последних (из 150 произведённых) измерений должны приниматься во внимание для обеспечения достаточного периода стабилизации и достижения указанной неопределённости.

2. Обратитесь к соответствующему руководству по эксплуатации моделей с расширенным диапазоном по параметрам настройки при измерениях другими наращенными моделями.

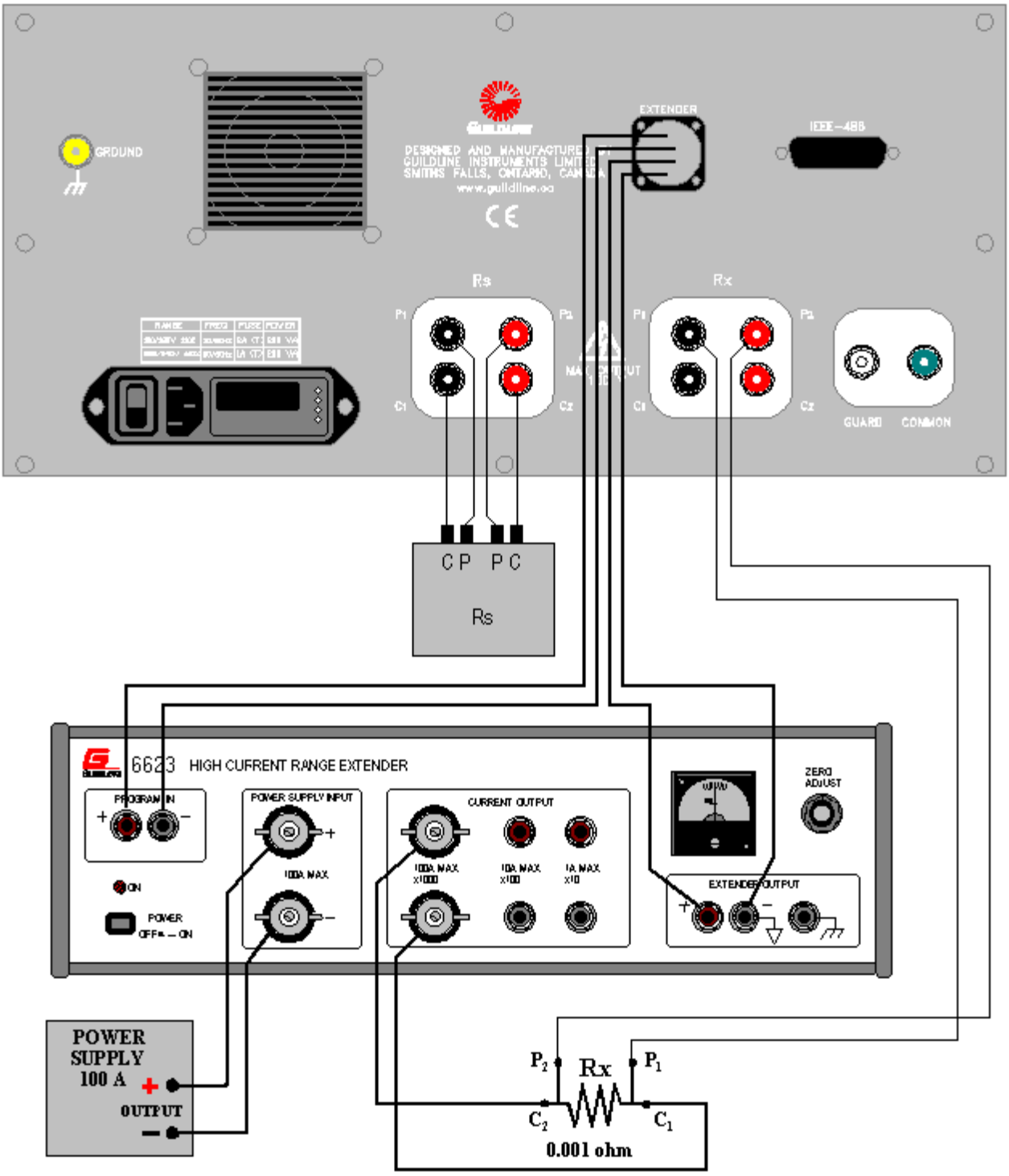


Рисунок 3-3: Коммутация задней панели – низкоомный режим измерения сопротивлений Low Ohm с моделью 6623

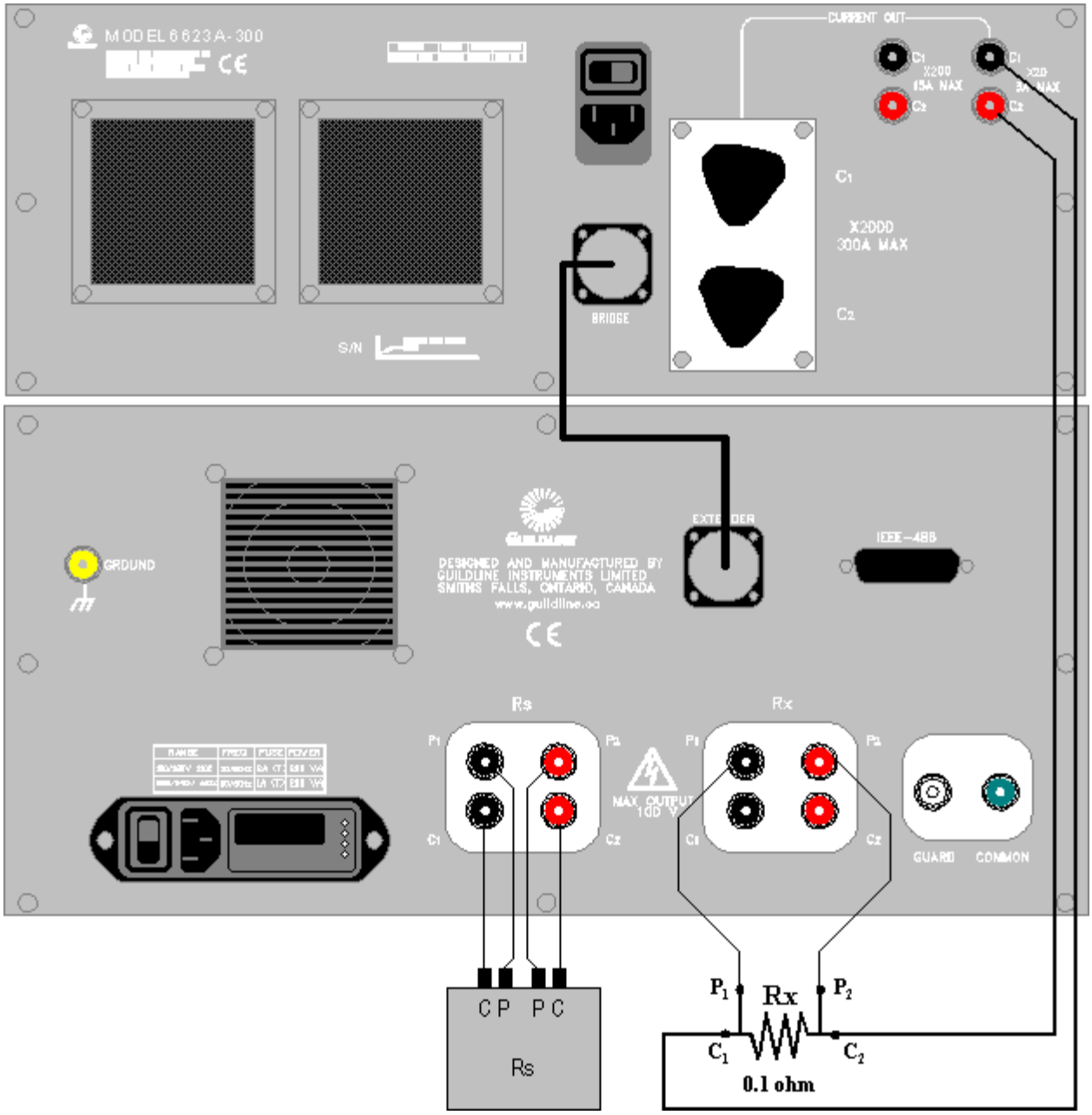


Рисунок 3-4: Коммутация задней панели – низкоомный режим измерения сопротивлений Low Ohm с моделью 6623A-300

3.1.3. Высокоомный режим измерения сопротивлений High Ohm (модели 6622A-XR и 6622A-XPR)

Мост 6622A в высокоомном режиме позволяет проводить измерения сопротивлений в диапазоне от 100 кОм до 100 МОм. Настройки аналогичны среднеомному режиму Normal, описанному в пункте 3.1.1, за исключением выбора функциональной клавиши ‘High Ohm’ в шаге 4 и ввода в поля токов ‘Test Voltage’ и ‘Max Voltage’. На рисунке 3-5 проиллюстрировано типовое подключение к клеммам на задней панели прибора при четырёхпроводной схеме измерения. Технические требования допускают применять для коммутации исключительно экранированные провода с подключением экрана к защитной клемме ‘GUARD’ Настоятельно рекомендуется использовать кабели Guildline SCW.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Измерительный мост 6622A моделей XR и XPR может генерировать опасные напряжения до 100 В. Будьте предельно внимательны при настройке выходных напряжений во избежание получения травмы или повреждения оборудования.

В высокоомном режиме работы для проведения измерений мост 6622A использует внутренний источник напряжения. Обратитесь к таблице 3-4 для получения рекомендуемых настроек при измерениях до 100 В. Обратите внимание, что в высокоомном режиме напряжения тестирования на резисторах Rs и Rx равны. Отношение Rs:Rx должно быть в диапазоне от 1:1 до 1:100.

Rэт, (Ом)	Rизм, (Ом)	Напряж. тест, (В)	Напряж. макс., (В)	Скорость перекл. (с)	Примечание (1)
10 к	1 М	10	32	90	
1 М	1 М	100	100	90	Выход ограничен источн. напряж.
1 М	10 М	100	100	120	Выход ограничен источн. напряж.
1 М	100 М	100	100	120	Выход ограничен источн. напряж.
10 М	10 М	100	100	120	Выход ограничен источн. напряж.
10 М	100 М	100	100	120	Выход ограничен источн. напряж.

Таблица 3-4: Рекомендуемые настройки высокоомного режима измерения сопротивлений High Ohm 100 В

ПРИМЕЧАНИЕ: Только 35 последних (из 150 произведённых) измерений должны приниматься во внимание для обеспечения достаточного периода стабилизации и достижения указанной неопределённости.

3.1.4. Высокоомный режим измерения сопротивлений High Ohm (модель 6622A-HV)

Мост 6622A-HV в высокоомном режиме позволяет проводить измерения сопротивлений в диапазоне от 100 кОм до 1 ГОм. Настройки аналогичны моделям 6622A-XR и 6622A-XPR, за исключением того, что напряжение тестирования равно 1000 В. На рисунке 3-5 проиллюстрировано типовое подключение к клеммам на задней панели прибора при четырёхпроводной схеме измерения. Технические требования допускают применять для коммутации исключительно экранированные провода с подключением экрана к защитной клемме ‘GUARD’. Настоятельно рекомендуется использовать кабели Guildline SCW.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Измерительный мост 6622A модели HV может генерировать опасные напряжения до 1000 В. Будьте предельно внимательны при настройке выходных напряжений во избежание получения травмы или повреждения оборудования.

В высокоомном режиме работы для проведения измерений мост 6622A использует внутренний источник напряжения. Обратитесь к таблице 3-5 для получения рекомендуемых настроек при измерениях до 1000 В. Обратите внимание, что в высокоомном режиме напряжения тестирования на резисторах Rs и Rx равны. Отношение Rs:Rx должно быть в диапазоне от 1:1 до 1:100.

Rэт, (Ом)	Rизм, (Ом)	Напряж. тест, (В)	Напряж. макс., (В)	Скорость перекл. (с)	Примечание (1)
10 к	1 М	10	32	90	
1 М	1 М	100	100	90	
1 М	10 М	100	100	120	
1 М	100 М	100	320	120	
10 М	100 М	316	320	120	
100 М	100 М	1000	1000	150	
100 М	1 Г	1000	1000	150	

Таблица 3-5: Рекомендуемые настройки высокоомного режима измерения сопротивлений High Ohm 1000 В

ПРИМЕЧАНИЕ: Только 35 последних (из 150 произведённых) измерений должны приниматься во внимание для обеспечения достаточного периода стабилизации и достижения указанной неопределённости.

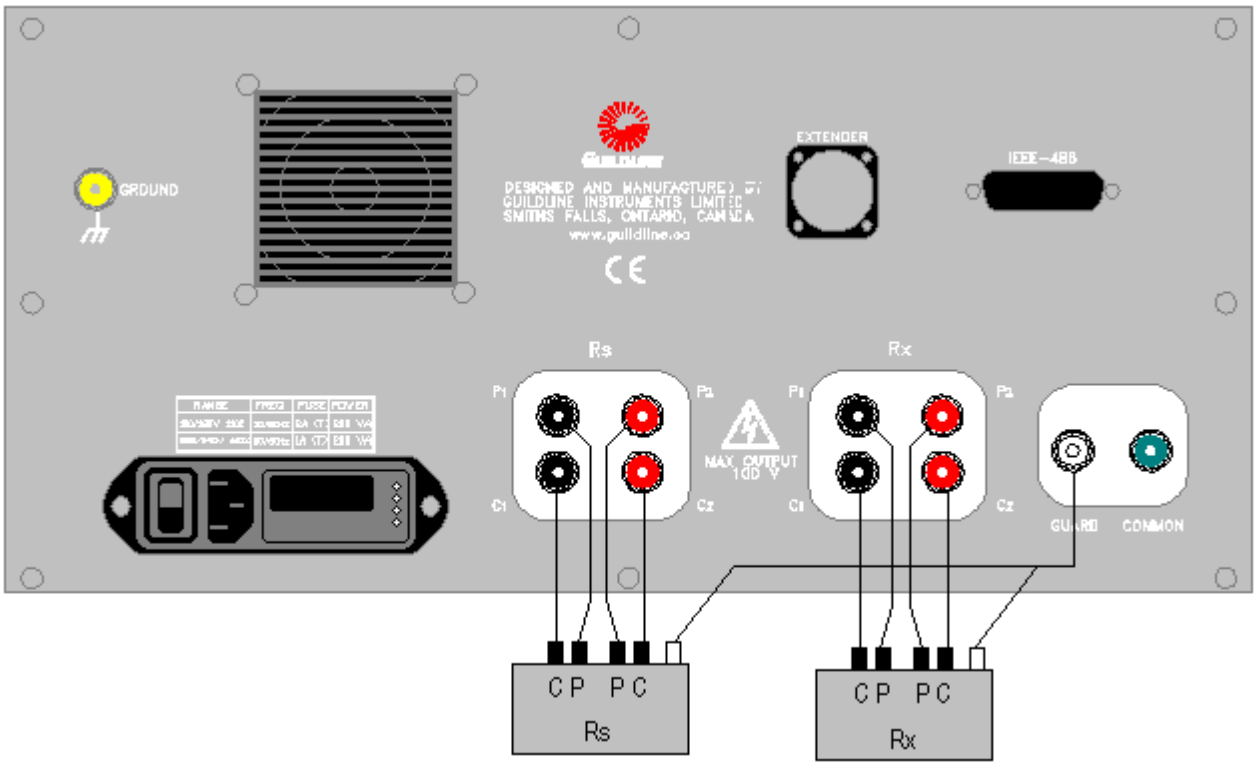


Рисунок 3-5: Коммутация задней панели – высокоомный режим измерения сопротивлений High Ohm

3.2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ BRIDGEWORKS DATA ACQUISITION

Программное обеспечение получения и накопления данных BridgeWorks Data Acquisition – это управляющая программа для автоматических компараторов постоянного тока / измерительных мостов сопротивлений серии 6622A. Использование измерительного моста 6622A вместе с программным обеспечением BridgeWorks Data Acquisition повысит его функциональные возможности и производительность. Добавление опционального сканера (-ов) 6664C к измерительным мостам серии 6622A под управлением программного обеспечения позволяет создать полностью автоматизированную систему измерения сопротивлений. Перед использованием измерительного моста 6622A совместно с компьютером, убедитесь, что хорошо понимаете работу программного обеспечения. Компьютер управляет системой посредством интерфейса IEEE 488 (GPIB) моста 6622A и, опционально, моделью 6664C.

Предупреждение: Настоятельно рекомендуется не пытаться изменять вручную любые параметры при управлении моста посредством программного обеспечения. Если рассматривается необходимость ручного вмешательства, то его нужно производить при выключенном программном обеспечении либо при отображении сообщения об ошибке.

Описание функций программного обеспечения и управления измерительным мостом 6622A в полностью автоматическом режиме через терминал компьютерной системы приведено в руководстве пользователя по программному обеспечению BridgeWorks.

4. РАБОТА ПРИБОРА

4.1. РЕЖИМ РАБОТЫ ПРИ УПРАЛЕНИИ С ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ

Управление автоматическим мостом серии 6622A возможно с лицевой панели прибора. Инструкции по управлению автоматическим компаратором постоянного тока / измерительным мостом сопротивлений серии 6622A в полностью автоматическом режиме через терминал компьютерной системы приведены в руководстве пользователя по программному обеспечению BridgeWorks.

4.2. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОСТ СОПРОТИВЛЕНИЙ 6622A

Лицевая панель 6622A состоит из зоны клавиатуры и дисплея. Клавиатура состоит из:

одного набора числовых клавиш <0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9> для ввода числовых данных;
одной клавиши изменения знака <->;
одной клавиши ввода показателя степени – экспоненты <E>;
одной клавиши <CLEAR>;
одной клавиши <LOAD>.

Также присутствует набор четырех клавиш перемещения курсора в форме <стрелка вверх>, <стрелка вниз>, <стрелка влево> и <стрелка вправо>.
Непосредственно под дисплеем расположены четыре функциональных клавиши. Эти клавиши выбирают функцию, выведенную на дисплее сверху над клавишей.
Клавиша <**PREVIOUS**> (<ПРЕДЫДУЩИЙ>) обеспечивает возврат предыдущего меню в пределах отобранного меню, а клавиша <**CANCEL**> (<ОТМЕНА>) – отмену последних введённых данных.

Дисплей используется для вывода информационных данных и навигации пользователя по функциям. Дисплей разделен на три основных области:

1. строка состояния; для отображения информации о состоянии системы;
2. область функциональных клавиш; для описания действия функциональной клавиши;
3. область данных; для отображения данных результатов и конфигурации.

Последующая информация изображает типовые дисплеи и описания соответствующих меню для сопряжённых функциональных клавиш. Рисунки 4-1, 4-2 и 4-3 иллюстрируют древовидную схему измерительного моста 6622A.

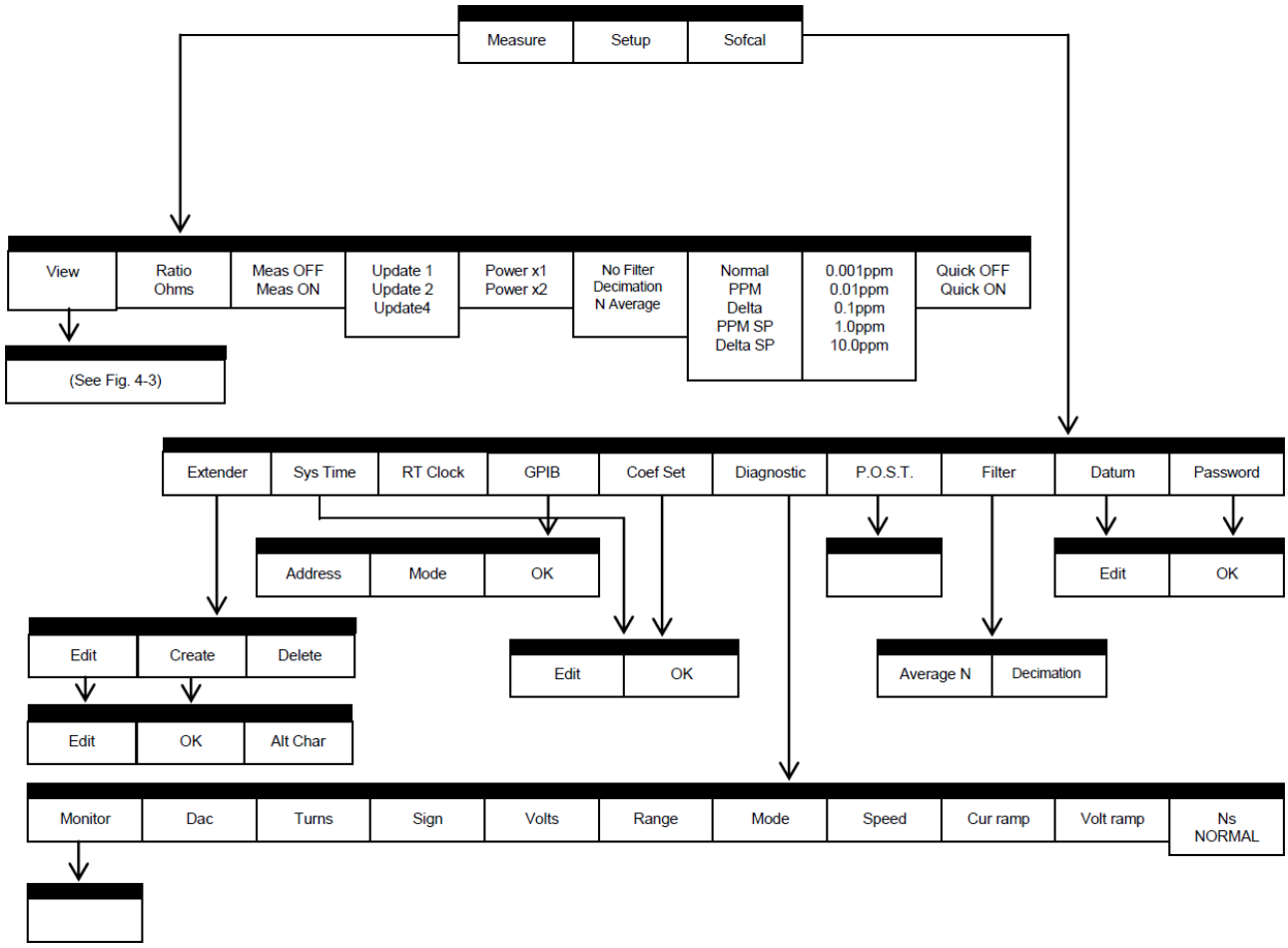


Рисунок 4-1: Древовидная схема – MEASURE/SOFCAL

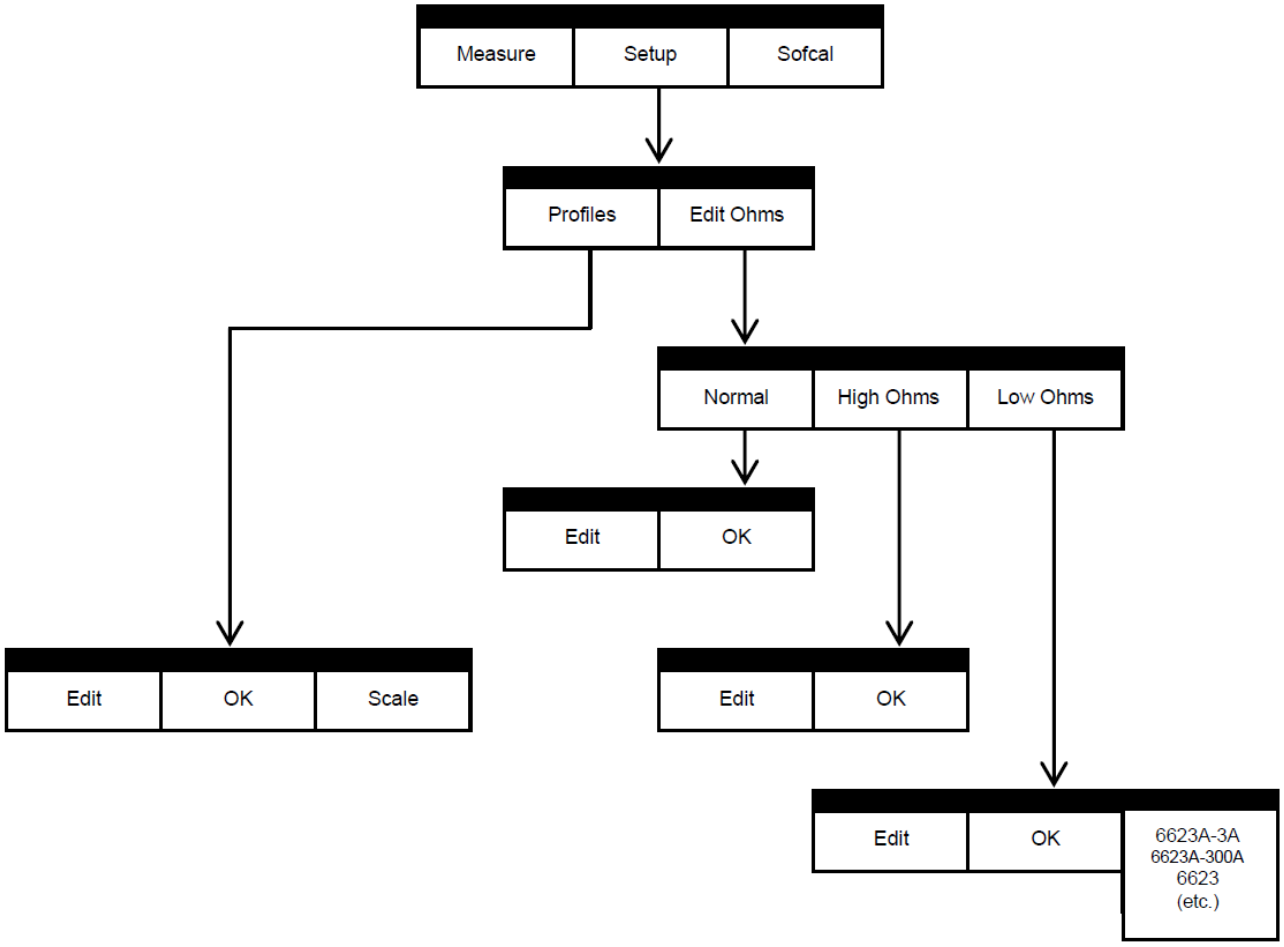


Рисунок 4-2: Древовидная схема – SETUP

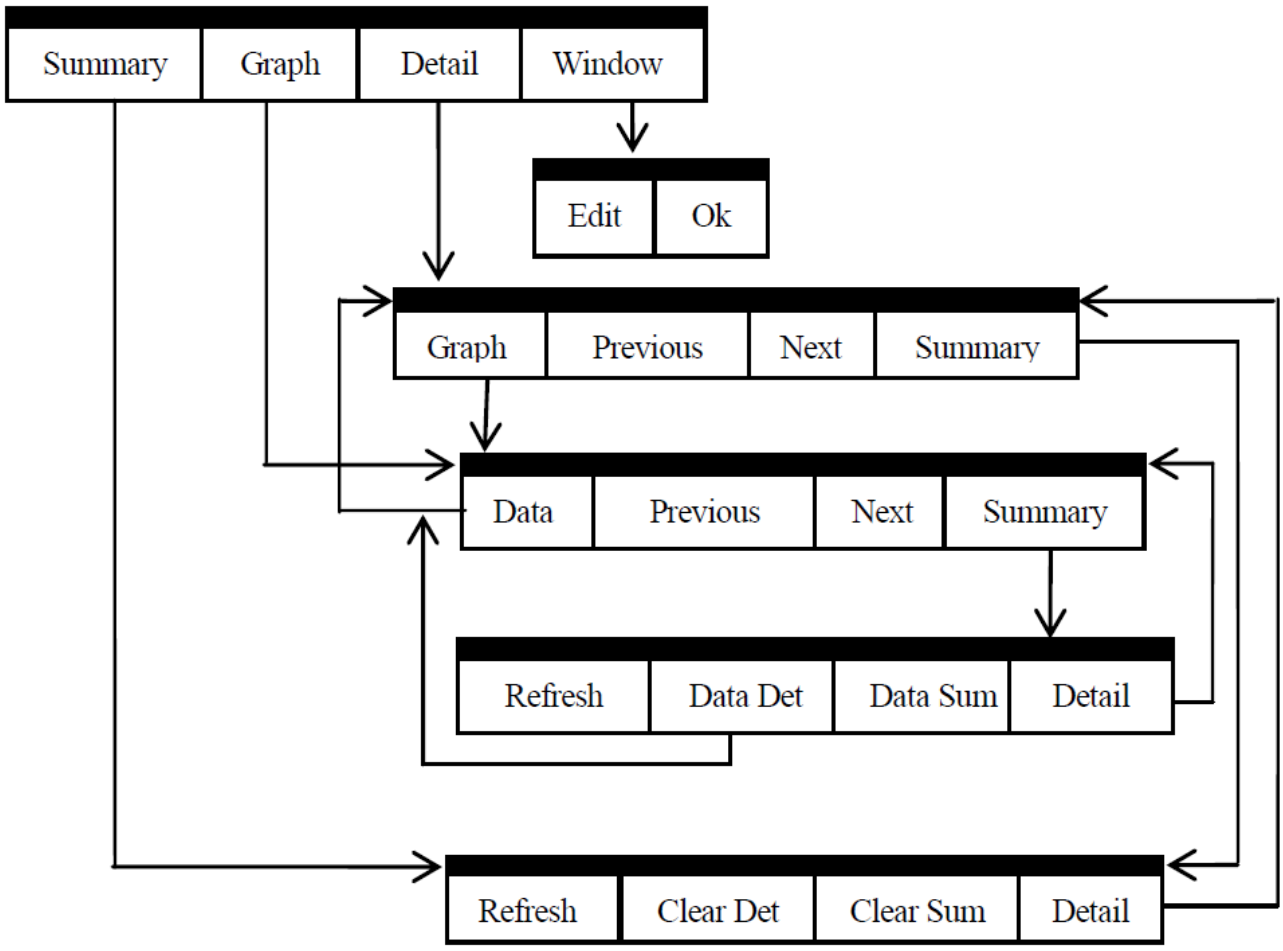
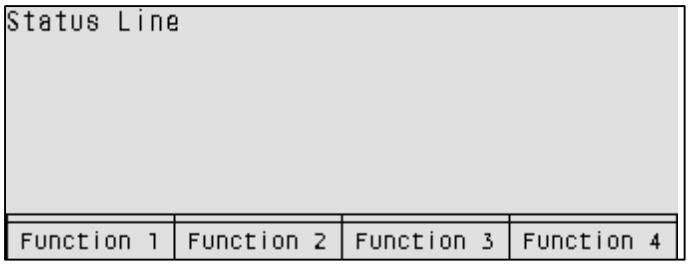


Рисунок 4-3: Древовидная схема – MEASURE-VIEW

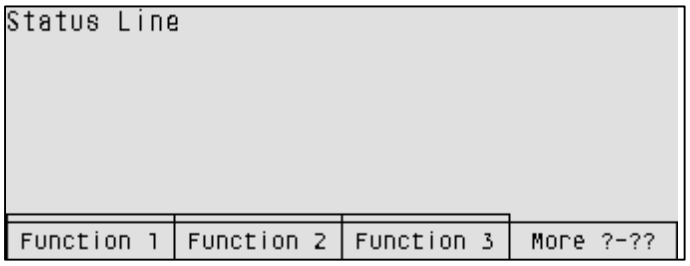
4.3. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ КЛАВИШ / ДИСПЛЕЯ

4.3.1. Основное меню

Типично состоит из четырёх областей описания функциональных клавиш (или меньше) и строки состояния.



Если для данного уровня меню будет больше чем четыре функции, то появится функциональная клавиша <Scrn n-N>. Нажатие этой клавиши выведет на дисплей оставшийся набор действий, доступных для текущего уровня меню.



где в функциональной клавише – <Scrn n-N>

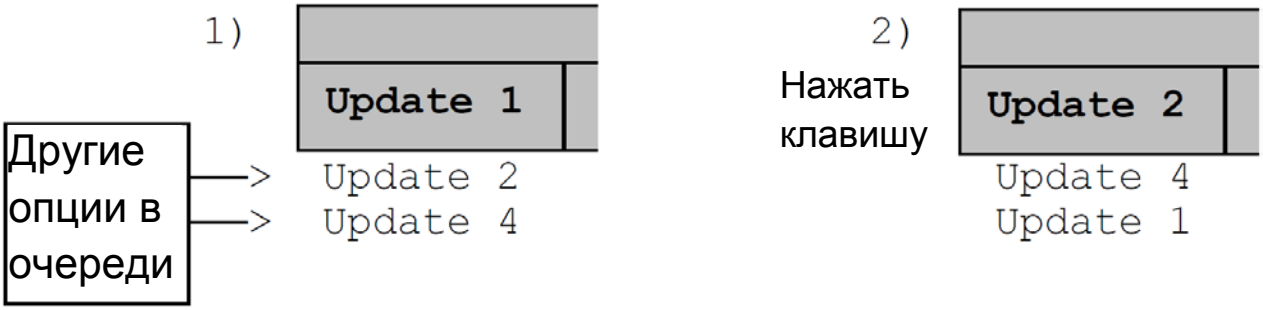
N	**представляет общее количество доступных страниц меню**
n	**представляет текущую страницу меню**

4.4. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ МЕНЮ

4.4.1. Опция меню – <MEASURE>

В опции меню <MEASURE> определены несколько функциональных клавиш, где каждая клавиша вызывает одно действие из нескольких. Если функциональная клавиша <Fn> имеет несколько состояний, то нажатие клавиши ниже выведенной на дисплей функции приведёт к переключению между допустимыми состояниями. Отображаемое название клавиши обновляется для предоставления нового состояния.

Пример: Текущая опция клавиши **Опция после нажатия клавиши**



Если отображаемая опция ведет к другому уровню меню, то функции доступные для следующего (нижнего) уровня меню будут воспроизведены на дисплее.

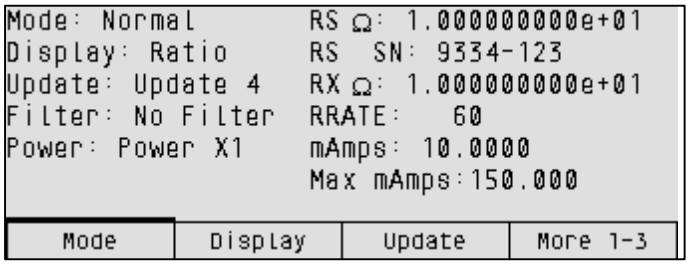
Для возврата к предыдущему меню (на один уровень меню выше) нажмите клавишу <PREVIOUS> (<ПРЕДЫДУЩИЙ>), расположенную справа от дисплея.

Дальнейшие нажатие клавиши <PREVIOUS> вернёт систему в главное меню.

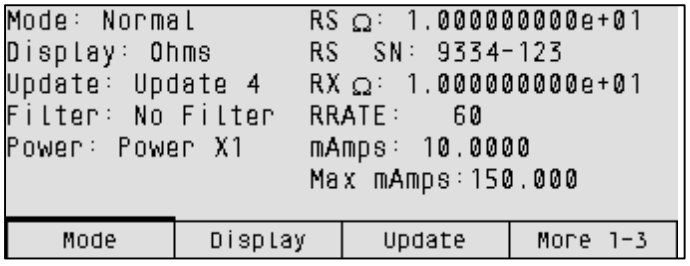
4.4.2. Опции меню – <любое другое меню кроме measure (измерение)>

Во всех других вариантах меню, если функциональная клавиша имеет определенный набор чередующихся параметров, нажатие такой функциональной клавиши приведёт к выбору одного из таких параметров и его отображению в связанной активной области дисплея.

Пример: вид текущего экрана



Пример (продолжение): вид экрана после нажатия функциональной клавиши <Display>

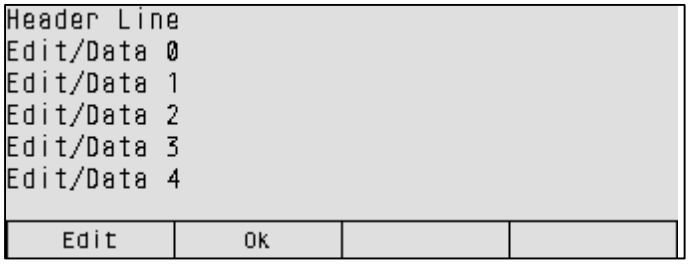


Чередующийся параметр „Ohms”, связанный с функциональной клавишей <Display>, высветится в активной области экрана и заменит предыдущее значение „Ratio”.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Нажатие функциональной клавиши, изображённой в окне дисплея прямоугольником с двойным контуром, выберет набор опций нижнего уровня меню. В предыдущем примере функциональная клавиша <Mode> переместится на второй нижний уровень в системном меню.

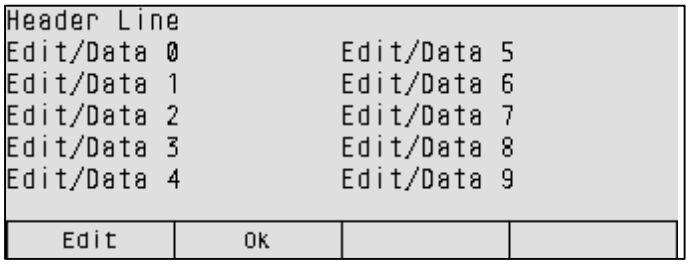
4.4.3. Основное меню Edit/Select (редактирование/выбор) – один столбец данных

Дополнительная строка заголовка может появляться вверху экрана дисплея с целью подсказки или информирования пользователя о „деталях” текущего уровня меню. При отображении строки заголовка количество элементов для выбора ограничено 5-ю или меньше. Если строка выбора отсутствует, то количество элементов для выбора ограничено 6-ю или меньше.



4.4.4. Основное меню Edit/Select (редактирование/выбор) – два столбца данных

При отображении строки заголовка количество элементов для выбора ограничено 10-ю. Если строка выбора отсутствует, то количество отображаемых на дисплее элементов для выбора может достигать 12.
(Линия заголовка является дополнительной).



4.4.5. Работа меню Select/Edit Data (выбор/редактирование данных)

4.4.5.1. Функция – <Scrn n-N>

Если больше чем один экран отображаемой информации доступен для выбора в текущем уровне меню, то программная функциональная клавиша <Scrn n-N> появится над четвертой функциональной клавишей <Fn-4>. Число „N" указывает полное количество экранов, доступных для просмотра. Нажатие функциональной клавиши <Scrn n-N> приведёт к последовательному отображению следующего экрана. Нажатие клавиши на последнем экране приведёт к возврату первого экрана.

4.4.5.2. Функция – <Edit> (редактирование)

Нажатие клавиши <Edit> приведёт к подсветке текущей выбранной позиции или первой позиции из списка. Клавиши управления курсором могут использоваться для перемещения позиции подсветки на экране.

При выборе позиции на экране, например <Resistor select menu function – меню функции выбора резистора>, для её активации необходимо нажать программную функциональную клавишу <Ok>.

В функции редактирования экрана <Edit screen function> подсвеченная позиция может быть изменена прямым набором на числовой клавиатуре. Если клавиши курсора <влево/вправо> или <CLEAR> не были нажаты, то любой ввод числовых данных очистит текущую строку и отобразит нажатые клавиши в позиции курсора. Нажатие любой клавиши перемещения курсора приведёт к замене текущего символа в позиции курсора на значение следующей нажатой числовой клавиши.

Клавиша <CLEAR> при редактировании данных сбрасывает текущие данные.

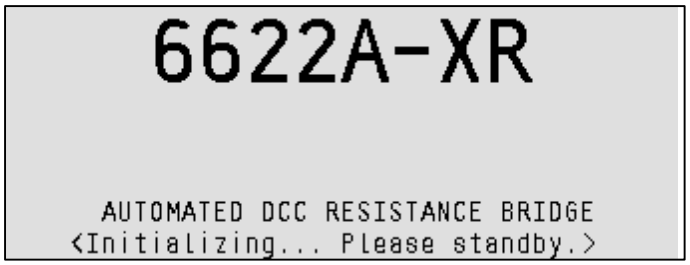
4.4.5.3. Функция – <Ok>

Нажатие программной функциональной клавиши <Ok> загрузит выбранную позицию или примет все изменения в текущем меню (включая экраны, неотображаемые в настоящий момент, при наличии нескольких экранов).

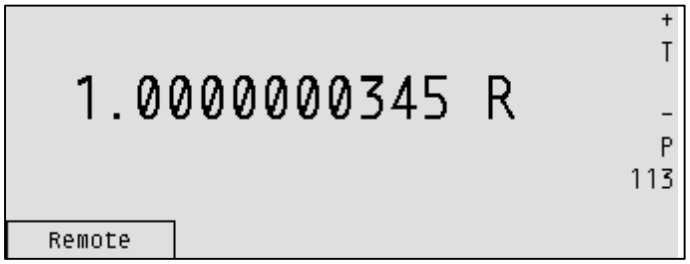
В любое время перед нажатием клавиши <Ok> для отмены всех сделанных изменений может быть нажата клавиша <CANCEL>.

4.5. ТИТУЛЬНЫЙ ЭКРАН

При включении питания ON измерительного моста 6622A запустится внутренняя программа самодиагностики и отобразится титульный заголовок. Он укажет актуальную конфигурацию и установленные опции модели 6622A (то есть -B, -XP, XPS, -XR, -XPR, -HV).

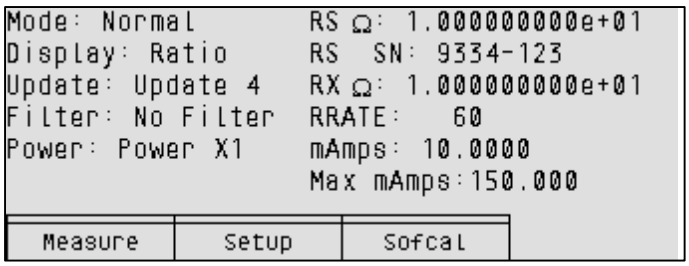


Экран REMOTE DISPLAY появится в случае, если 6622A был сконфигурирован для дистанционного управления по GPIB интерфейсу.



Активной программной функциональной клавишей в дистанционном режиме будет только <Fn-1>, <Remote>. Исключением является включение локальной блокировки; в этом случае ни одна из клавиш на лицевой панели не будет доступна.

4.6. ГЛАВНОЕ МЕНЮ MAIN MENU



Главное меню, после включения питания будет отображать нулевую измерительную конфигурацию, в которой все параметры установлены на ноль.

По включению питания моста 6622A устанавливается состояние по умолчанию с отключенным измерительным циклом OFF, то есть <Measure off>.

Во время работы прибора оператор может вернуться к главному меню из любого ранее выбранного более низкого уровня меню. На уровне главного меню нажатие клавиши <CANCEL> приведёт к автоматической остановке измерительного цикла и возврату режиму отмены проведения измерения <Measure off>.

Существуют две другие последовательности меню, которые также автоматически включают <Measure off>:

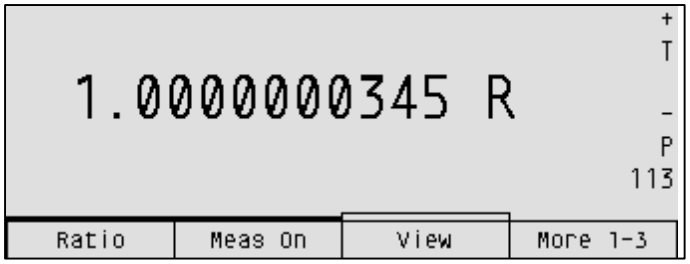
1. При вводе другого измерительного режима с использованием меню <Setup><Mode>.
   Например, если происходит измерение пары резисторов в среднеомном режиме NORMAL OHM и выбирается низкоомный режим LOW OHMS, то измерительный цикл будет прерван и мост 6622A перейдет в режим <Measure off>.

2. При входе в меню <Sofcal><Diagnostic>.

4.6.1. Меню <Measure> Fn-1 (Main)

Функциональная клавиша <Fn-1>, <Measure> выберет меню подфункций режима измерений для управления функциями измерения моста.

4.6.1.1. Меню измерения <Measure> Fn-1 (MAIN) (страница 1 из 3)



Строка <STATUS LINE> появляется, когда 6622A производит измерение. Информация, отображаемая на дисплее в <STATUS LINE>, зависит от выбранных опций.

1. если текущим выбором является <PPM>, <PPM SP>, <DELTA>, или <DELTA SP> то строка <STATUS LINE> будет содержать текущие числовые данные.

2. если выбрано <N AVERAGE>, то в строке <STATUS LINE> будет отображаться среднеквадратическое отклонение для исходных неотфильтрованных значений.

3. если текущий режим измерения <LOW OHMS>, то в строке <STATUS LINE> также будет отображаться отношение расширения.

Доступные функции (страница меню 1 из 3):

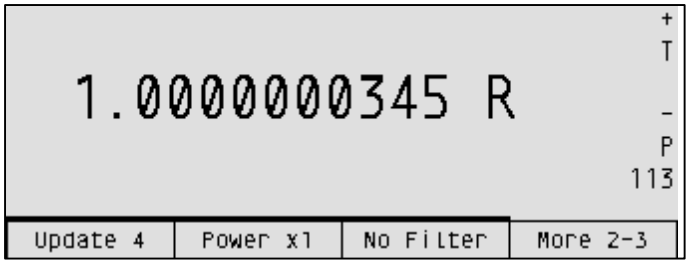
Функциональная клавиша <Fn-1> переключает между набором доступных единиц измерения для отображаемого результата; отображаемый результат может иметь единицы <Ratio> (отношение) или <Ohms> (Ом). Активные технические единицы будут отображаться в окне функциональной клавиши <Fn-1>.

Функциональная клавиша <Fn-2> разрешает или запрещает цикл измерения, переключаясь между <Measure ON> или <Measure OFF>. Состояние цикла измерения отображается в окне функциональной клавиши <Fn-2>.

Функциональная клавиша <Fn-3> выбирает подсистему View (Вид).

Функциональная клавиша <Fn-4> выбирает следующую страницу меню доступных функций.

4.6.1.2. Меню измерения <Measure> Fn-1 (MAIN) (страница 2 из 3)



Доступные функции (страница меню 2 из 3):

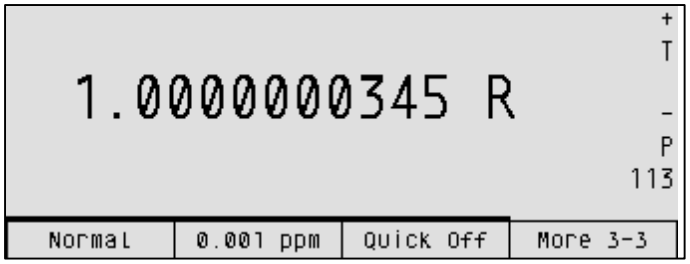
Функциональная клавиша <Fn-1> выбирает скорость обновления экрана измерения как функцию скорости переключения тестового тока. <Update 1> устанавливает скорость обновления экрана равной удвоенной скорости переключения тестового тока; <Update 2> устанавливает скорость обновления экрана равной скорости переключения тестового тока; <Update 4> устанавливает скорость обновления экрана равной половине скорости переключения тестового тока.

Функциональная клавиша <Fn-2> выбирает удвоенное номинальное напряжение.

Функциональная клавиша <Fn-3> включает функцию фильтра для обработки измеренных данных. Выберите из <No Filter> (без фильтра), <Decimation> (прореживающий цифровой фильтр) и <N Average> (среднее для N), где размер выборки N может быть введен с клавиатуры в меню <Softcal><Filter>.

Функциональная клавиша <Fn-4> выбирает следующую страницу меню доступных функций.

4.6.1.3. Меню измерения <Measure> Fn-1 (MAIN) (страница 3 из 3)



Доступные функции (страница меню 3 из 3), последняя страница меню.

Функциональная клавиша <Fn-1> выбирает режим отображения данных измерения как <Normal>; число частей на миллион, промилле <PPM>; отклонение <Delta>; отклонение в ppm относительно заданного значения <PPM SP>; и отклонение относительно заданного значения <Delta SP>. Когда эта функция выбрана, данные величины будут отображаться на дисплее в строке состояния STATUS LINE.

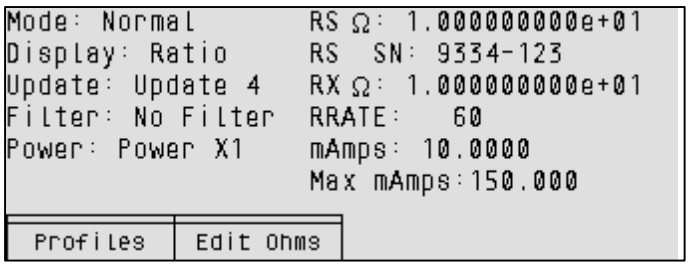
Функциональная клавиша <Fn-2> устанавливает разрешение на дисплее в ppm от диапазона. Это касается исключительно Normal, Delta и Delta SP режимов отображения.

Доступные разрешения: <0,001 ppm>, <0,01 ppm>, <0,1 ppm>, <1,0 ppm>, <10 ppm>.

Функциональная клавиша <Fn-3> включает <Quick ON> и выключает <Quick OFF> режим быстрого измерения. Функция быстрого измерения блокирует внутренние программные фильтры, которые активизируются для четырех циклов прецизионных измерений и используются при вычислении отношения сопротивлений. Отключение функции программного фильтра уменьшает время необходимое для вычислений и представления измеренного отношения. Однако такие данные являются более зашумленными, поэтому при включении режима быстрого измерения две цифры самого младшего значащего разряда доступного разрешения не выводятся на дисплей.

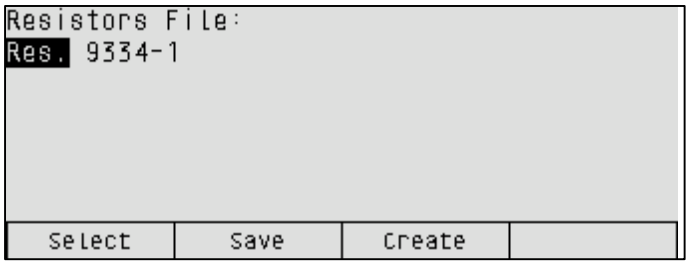
Функциональная клавиша <Fn-4> возвращает к странице 1 меню (к первой из трёх).

4.6.2. Меню настройки <Setup> Fn-1 (Setup_MAIN)

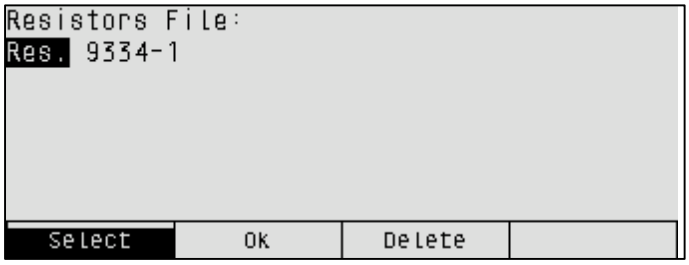


4.6.3. Меню профиля <Profiles> Fn-1 (Profiles MAIN)

Профили позволяют пользователю сохранять файлы конфигурации резистора. Доступны 15 профилей.



Функциональная клавиша <Fn-1>, <Select> позволяет выбирать и удалять профили.

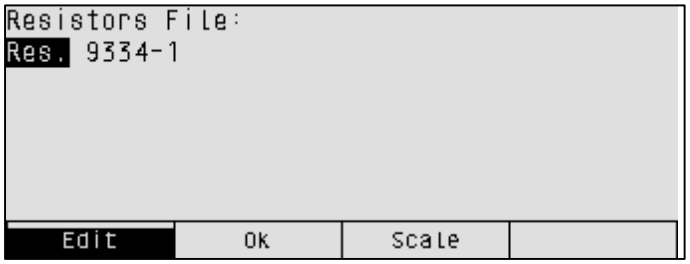


Функциональная клавиша <Fn-2>, <Ok> выбирает подсвеченный профиль.

Функциональная клавиша <Fn-3>, <Delete> удаляет в данный момент выбранный профиль.

Функциональная клавиша <Fn-2>, <Save> сохраняет Edit Ohms resistor конфигурацию в текущем профиле.

Функциональная клавиша <Fn-3>, <Create> позволяет создать новый профиль.

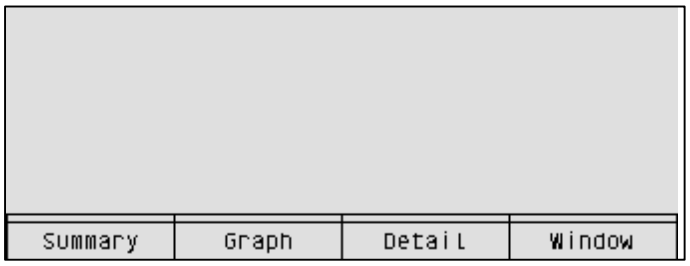


Функциональная клавиша <Fn-2>, <Ok> создает новый профиль с именем введенного текста.

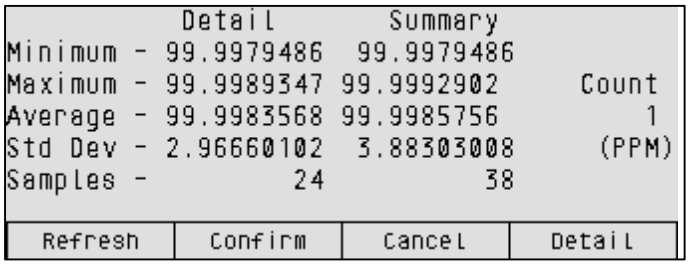
Функциональная клавиша <Fn-3>, <Scale> позволяет вставить специальный текст для определения номинала резистора. Она производит переключение между m Ohms (мОм), Ohms (Ом), k Ohms (кОм), M Ohms (МОм).

4.6.4. Отображение информации на экране View

Меню отображения информации на экране **View Menu** позволяет пользователю обозревать зарегистрированные данные в графическом и текстовом формате. В памяти хранится 500 последних записей и отдельные записи могут быть просмотрены. Автоматическое реферирование данных производится от последней <**Clear Sum**> точки. Возможен вывод сводного графика, составленного из усреднённой выборки 180-ти точечного массива.



4.6.4.1. Отчёт



Count (итог) указывает, сколько действительных значений было усреднено в пределах итогового графа.

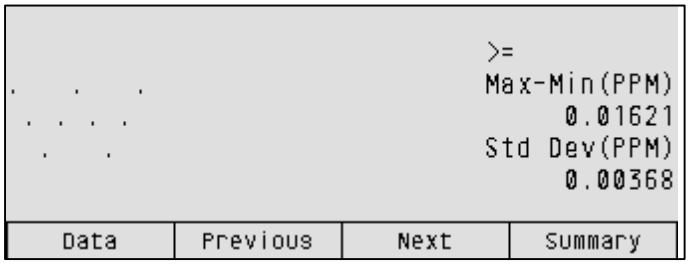
<**Refresh**> обновляет детализацию и значения отчёта.

<**Detail**> переключает на дисплей Detail (детализация).

<**Clear Det**> обнуляет буфер регистрации. Необходимо подтверждение для предотвращения случайного стирания информации.

<**Clear Sum**> обнуляет буфер отчёта.

4.6.4.2. Граф детализации



<**Data**> переключает на дисплей Detail (детализация).

<**Previous**> (если присутствует) прокручивает влево окно буфера регистрации.

<**Next**> (если присутствует) прокручивает вправо окно буфера регистрации.

<**Summary**> переключает на дисплей отчёта.

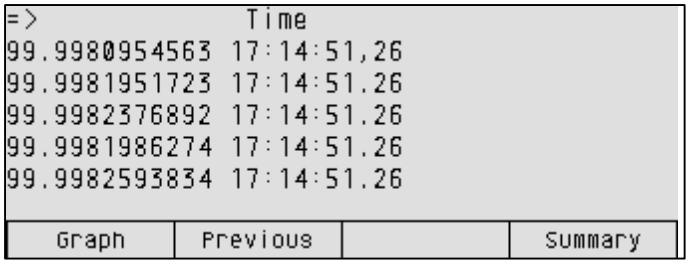
Стрелка вверх прокручивает буфер регистрации влево целыми блоками размером свитка прокрутки.

Стрелка вниз прокручивает буфер регистрации вправо целыми блоками размером свитка прокрутки.

Стрелка влево прокручивает в начало буфера регистрации.

Стрелка вправо прокручивает в конец буфера и обновляет вывод зарегистрированных данных в автоматическом режиме. Символ на дисплее **>=** свидетельствует об функционировании режима автообновления.

4.6.4.3. Детализация



<**Graph**> переключает на отображение графа.

<**Previous**> (если присутствует) прокручивает назад 5 записей.

<**Next**> (если присутствует) прокручивает вперёд 5 записей.

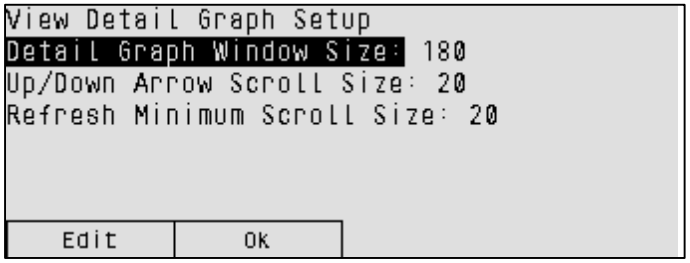
Стрелка вверх прокручивает вверх буфер регистрации по одной (1) записи.

Стрелка вниз прокручивает вниз буфер регистрации по одной (1) записи.

Стрелка влево прокручивает в начало буфера регистрации.

Стрелка вправо прокручивает в конец буфера и обновляет вывод зарегистрированных данных в автоматическом режиме.

4.6.4.4. Окно

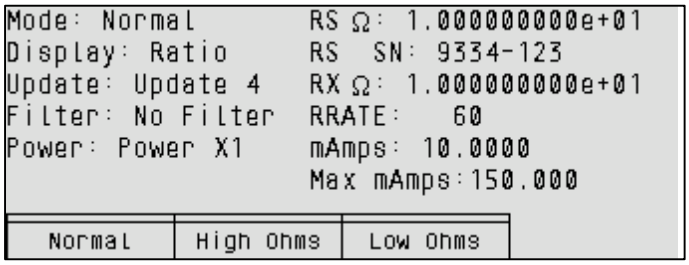


Detail Graph Window Size (размер окна детализации графа) – это число записей регистрации для отображения на графе.

Up/Down Arrow Scroll Size (размер свитка прокрутки стрелок вверх/вниз) – это число записей регистрации для поблочной прокрутки в детализации графа.

Refresh Minimum Scroll Size (минимальный размер обновления отображаемой информации свитка прокрутки) – это количество записей, готовых к обновлению, для просмотра в окне детализации графа. Это препятствует полному обновлению экрана при каждой новой записи, когда размер окна меньше количества записей регистрации.

4.6.5. Меню редактирования <Edit Ohms> Fn-2 (Edit_Ohms MAIN)



Функциональная клавиша <Fn-1>, <Normal> выбирает среднеомный режим измерения сопротивления Normal Ohm.

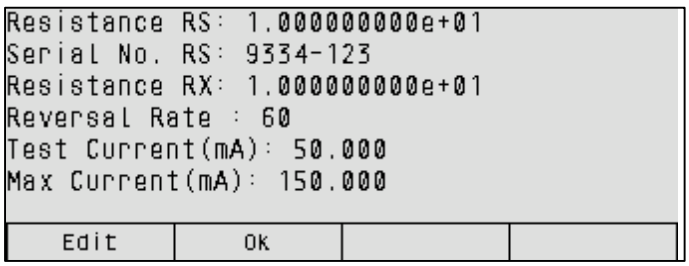
Функциональная клавиша <Fn-2>, <High Ohms> выбирает высокоомный режим измерения сопротивления High Ohms.

Функциональная клавиша <Fn-3>, <Low Ohms> выбирает низкоомный режим измерения сопротивления Low Ohms, используя высокотоковый расширитель диапазона для измерения малых значений сопротивлений.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Режим измерения включается сразу после нажатия функциональной клавиши. Если выбор другого режима измерения происходит во время измерения, то оно будет остановлено. После перезапуска прибор будет работать в новом режиме измерения.

4.6.5.1. Меню <Normal> Fn-1 (Edit Ohms MAIN)

Введите конфигурацию для среднеомного режима измерения сопротивления Normal Ohm.



Нажмите <Edit> и используйте клавиши перемещения курсора для подсветки строки с данными, которые необходимо изменить. Откорректируйте данные и нажмите <Ok>. Проверьте пределы сопротивлений для Rs и Rx. Также проверьте пределы, установленные для тока тестирования.

Значение тока тестирования Test Current устанавливает ток в неизвестном резисторе UNKNOWN RESISTOR (Rx).

Если условие:

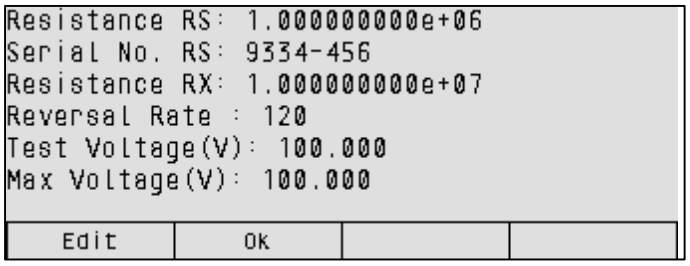
[Test Current X (Rx/Rs)] >Max Current

выполняется, то тест прерывается и отображается сообщение об ошибке.

Максимальный ток Max Current – это максимальный ток, который может протекать в эталонном резисторе STANDARD RESISTOR (Rs).
Обратите внимание, что наибольшее значение тока тестирования и максимального тока равно 150 мА.

В отчёте приводится значение отношения (Rx/Rs).

4.6.5.2. Меню <High Ohms> Fn-2 (Edit Ohms_MAIN)



Нажмите <Edit> и используйте клавиши перемещения курсора для подсветки строки с данными, которые необходимо изменить. Откорректируйте данные и нажмите <Ok>.

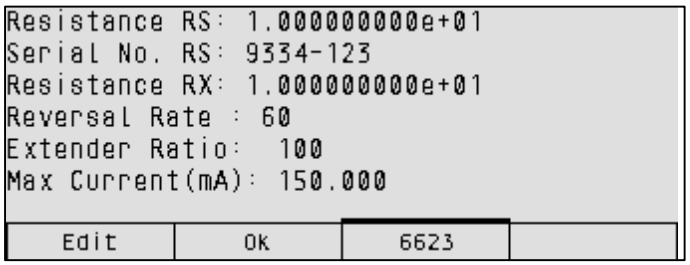
Где:
Напряжение тестирования **Test Voltage(V)** – это общее напряжение на клеммах, обеспечивающие протекание тока для Rs и Rx.

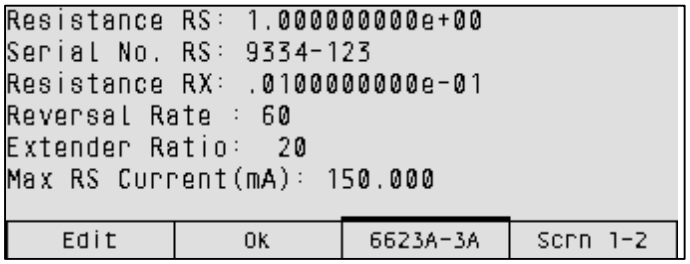
и

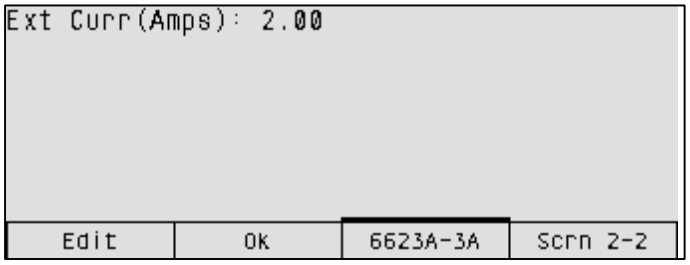
Максимальное напряжение **Max Voltage(V)** – это максимально допустимое напряжение для Rs или Rx. Введите меньшее значение из двух максимально допустимых напряжений.

4.6.5.3. Меню <Low Ohms> Fn-3 (Edit Ohms_MAIN)

Введите данные конфигурации расширителя диапазона.







Нажмите <Edit> и используйте клавиши перемещения курсора для подсветки строки с данными, которые необходимо изменить. Откорректируйте данные и нажмите <Ok>. Проверьте пределы сопротивлений для Rs и Rx.

Функциональная клавиша <Fn-3> предоставляет возможность выбора различных доступных токовых расширителей диапазона, таких как <6623A-3A>, <6623A-300>, <6623A-3000> и <6623>.

Проверьте также пределы питания для тока тестирования Test Current.

Значение тока тестирования Test Current устанавливает ток в неизвестном резисторе UNKNOWN RESISTOR (Rx) и может быть задан равным 3 А для 6623A-3A и 3000 А для 6623A-3000. Для 6623 ток возбуждения не вводится и определяется внешним источником электропитания.

Максимальный ток Max Rs Current – это максимальный ток, который может протекать в эталонном резисторе STANDARD RESISTOR (Rs) и ограничен 150 мА.

Если условие:

[Test Current X (Rx/Rs)] >Max Current

выполняется, то тест прерывается и отображается сообщение об ошибке.

Обратите внимание, что наибольшая величина тока тестирования Test Current равна 3000 А для 6623A-3000, но для каждой стадии определены разные пределы (смотри расширитель Sofcal Extender) и наибольшее значение тока для Max Rs Current равно 150 мА.

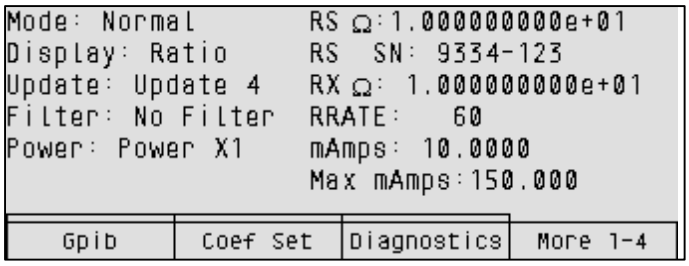
4.6.6. Меню <Sofcal> Fn-3 (MAIN)

Доступные для этой функции опции меню позволяют конфигурировать настройки и основные режимы работы измерительного моста 6622A. При выборе Sofcal доступны три страницы меню опций.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Меню Sofcal напрямую управляет аппаратной частью Вашего измерительного моста. Неправильное использование этих функций может привести к выходу из строя Вашего измерительного моста 6622A.

Sofcal меню (страница 1 из 4).

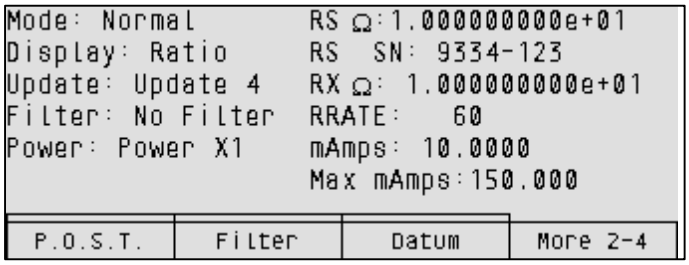


Функциональная клавиша <Fn-1>, <GPIB> позволяет выбрать параметры устройства GPIB, включая адрес и режим.

Функциональная клавиша <Fn-2>, <Coef Set> позволяет обновить частоту сети электропитания и ADC Beta.

Функциональная клавиша <Fn-3>, <Diagnostic> позволяет выбрать функции, которые управляют аппаратной частью. Эта функция полезна при обнаружении неисправностей моста 6622A.

Sofcal меню (страница 2 из 4).

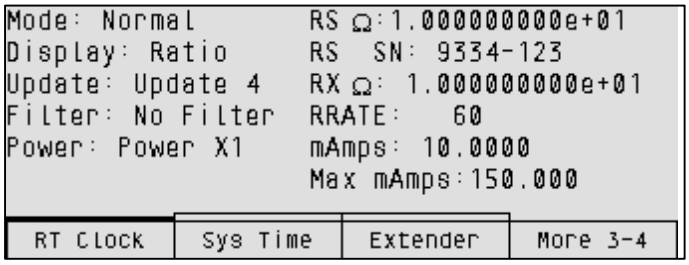


Функциональная клавиша <Fn-1>, <P.O.S.T> отображает результат самотестирования по включению питания и версию установленного программного обеспечения.

Функциональная клавиша <Fn-2>, <Filter> позволяет установить константы фильтра для фильтров AVERAGE и DECIMATION.

Функциональная клавиша <Fn-3>, <Datum> позволяет установить значения эталона/данных для изменений отображения измерения.

Sofcal меню (страница 3 из 4).

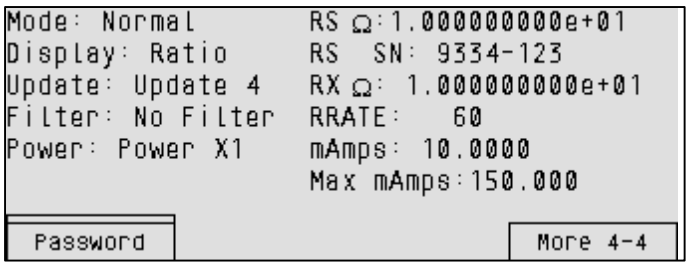


Функциональная клавиша <Fn-3> совершает переключения между временными режимами регистрации <RT Clock> (часы реального времени) и <Relative> (относительное время).

Функциональная клавиша <Fn-2>, <Sys Time> позволяет установить дату и время.

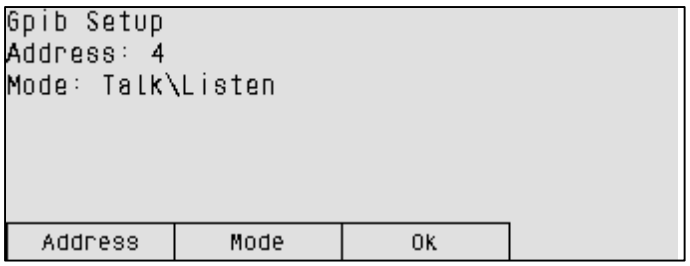
Функциональная клавиша <Fn-3>, <Extender> позволяет создание и редактирование низкоомных расширителей low ohms.

Sofcal меню (страница 4 из 4).



Функциональная клавиша <Fn-1>, <PASSWORD> позволяет установить пароль для прибора. Пароль по умолчанию – „6622”.

4.6.6.1. Меню <GPIB> FN-1 (SOFCAL_MAIN)

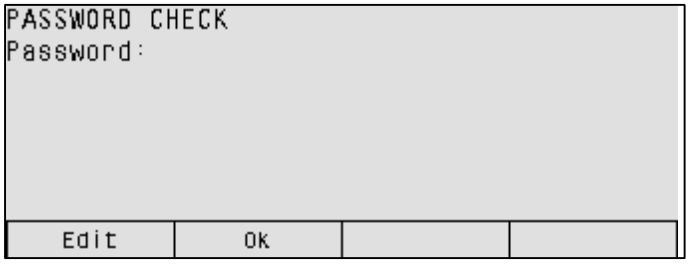


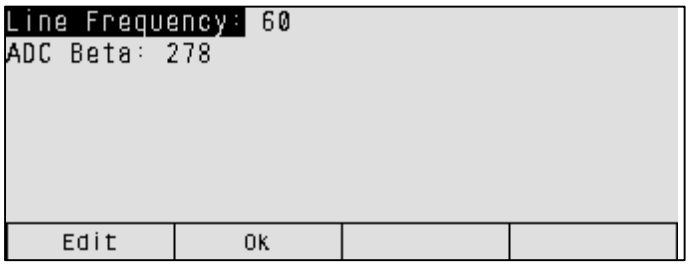
Функциональная клавиша Fn-1 <Address> устанавливает GPIB адрес.
Функциональная клавиша Fn-2 <Mode> выбирает опции режима работы <Talk/Listen> (источник/приёмник), <Talk Only> (только источник), <Disabled> (заблокированный).

Никакие GPIB настройки не сохранены и не действуют, пока не нажата клавиша <FN-3> <Ok>.

4.6.6.2. Меню <Coef Set> Fn-2 (Sofcal_MAIN)

Для входа в окно Coef Set Edit необходимо ввести пароль.



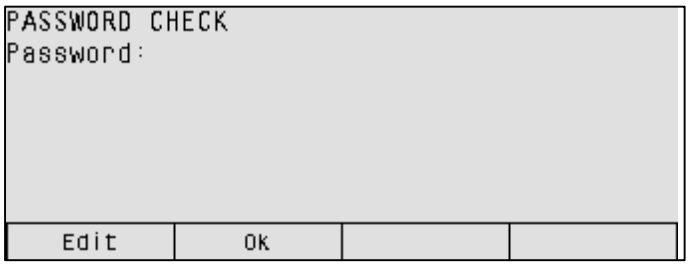


Частота сети электропитания может составлять 60 Гц или 50 Гц.

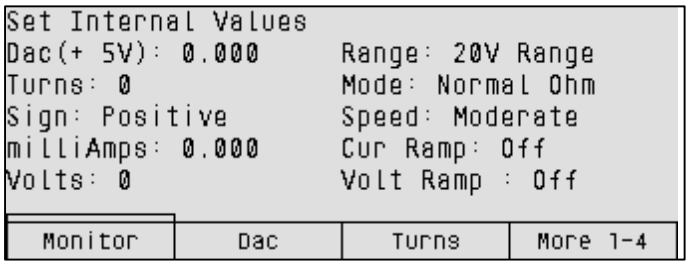
Значение ADC Beta должно находиться между 225 и 330. Это заводская настройка.

4.6.6.3. Меню <Diagnostic> Fn-3 (Sofcal_MAIN)

Для входа в окно Diagnostic необходимо ввести пароль.



Диагностическое меню Diagnostic (страница 1 из 4).



Функциональная клавиша <Fn-1>, <Monitor> выбирает уровень меню диспетчера и отображает значения внутренних каналов блока карты сервопривода.

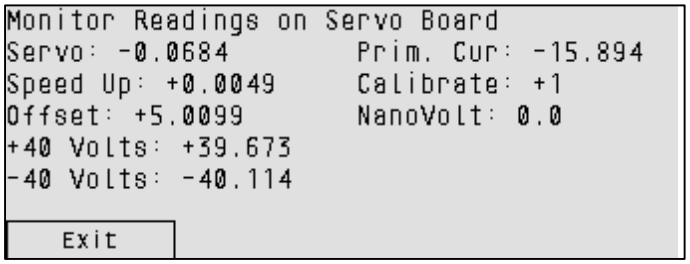
Функциональная клавиша <Fn-2>, <Dac> выбирает значения для 12-бит ЦАП блока карты сервопривода.

Функциональная клавиша <Fn-3>, <Turns> позволяет ввести число витков на стороне RX от 0 до 8747.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Не вводите число больше 8747.

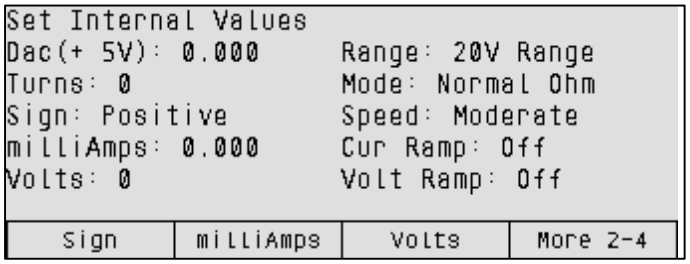
4.6.6.3.1. Меню <Monitor> Fn-1 (Diagnostic_Sofcal_MAIN)

Это диагностическое меню позволяет проконтролировать сигналы платы сервопривода.



4.6.6.3.2. Меню <Diagnostic> Fn-1 (Sofcal_MAIN)

Диагностическое меню Diagnostic (страница 2 из 4).



Функциональная клавиша <Fn-1>, <Sign> позволяет установить направление протекания тока и полярность выходных напряжений.

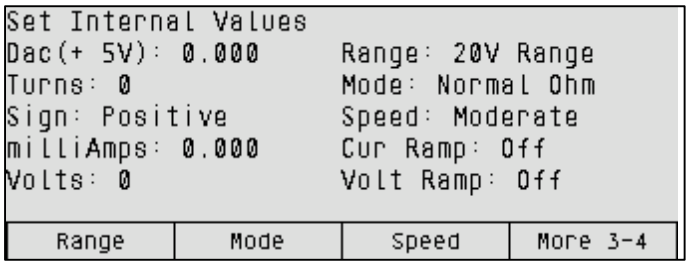
Функциональная клавиша <Fn-2>, <milliamps> (мА) устанавливает значение токового выхода. Для тока, текущего к клеммам Rs и Rx, режим <Mode> должен быть установлен на среднеомный <Normal Ohm>. Диапазон тока – от 0 до 150 мА. Эта функция блокируется при включении высокоомного режима <High Ohms>.

Когда режим <Mode> установлен на низкоомный <Low Ohms>, активируется токовый расширитель диапазона. Допустимый диапазон тока от 0 до 150 мА используется для управления расширителя диапазона. Установите <milliamps> (мА) в диапазоне от 0 до 100. Расширитель диапазона затем умножает ток, текущий через неизвестное сопротивление.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Измерительный мост 6622A может генерировать опасные напряжения до 1000 В (модель HV) и 100 В (модели XR и XPR). Будьте предельно внимательны при настройке выходных напряжений во избежание получения травмы или повреждения оборудования.

Функциональная клавиша <Fn-3>, <Volts> (В) устанавливает значение выходного напряжения. Для настройки напряжения на клеммах RS и RX режим <Mode> должен быть установлен на высокоомный <High Ohms>. Диапазон напряжений – от 0 В до 100 В с шагом 1 В для моделей 6622A-XR и 6622A-XPR. Диапазон напряжений – от 0 В до 1000 В с шагом 4 В для модели 6622A-HV. В моделях 6622A и 6622A-XP не доступна регулировка напряжения.
Эта функция заблокирована за исключением работы в высокоомном режиме <High Ohms>.

Диагностическое меню Diagnostic (страница 3 из 4).

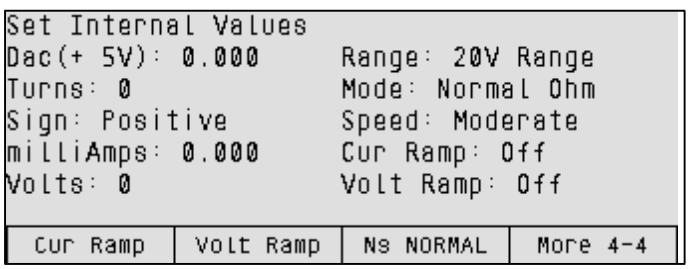


Функциональная клавиша <Fn-1>, <Range> выбирает измерительный диапазон напряжения для встроенного вольтметра: <20V> (20 В), <2V> (2 В), <200mV> (200 мВ), <20mV> (20 мВ), <2mV> (2 мВ).

Функциональная клавиша <Fn-2>, <Mode> устанавливает режим измерения из вариантов <Normal> и <Low>.

Функциональная клавиша <Fn-3>, <Speed> устанавливает скорость сервопривода с обратной связью на <Slowest> (самая медленная), <Slow> (медленная), <Moderate> (умеренная) и <Fast> (быстрая). Сервосистема с обратной связью используется для уравновешивания плотности потока в сердечнике.

Диагностическое меню Diagnostic (страница 4 из 4).



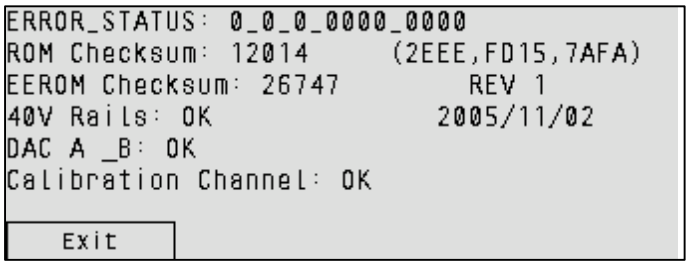
Функциональная клавиша <Fn-1> включает или выключает автоматическое преобразование тока по линейному закону. Для протекания тока к клеммам Rs и Rx, режим <Mode> должен быть установлен на NORMAL.

Функциональная клавиша <Fn-2> включает или выключает автоматическое преобразование напряжения по линейному закону. Для подачи напряжения на клеммы Rs и Rx, режим работы <Mode> должен быть установлен на высокоомный <High Ohms>. Эта функция доступна только для моделей, наращенных по напряжению (6622A-X, 6622A-XPR, и 6622A-HV).

Функциональная клавиша <Fn-3> выбирает количество витков серво тороида (Rs) – 648 (Ns NORMAL) или 81 (Ns 100:1). Отображаемая на дисплее информация не всегда указывает актуальное состояние измерительного моста 6622A. Для обновления информации об актуальном состоянии измерительного моста 6622A нажмите клавишу <Fn-3>.

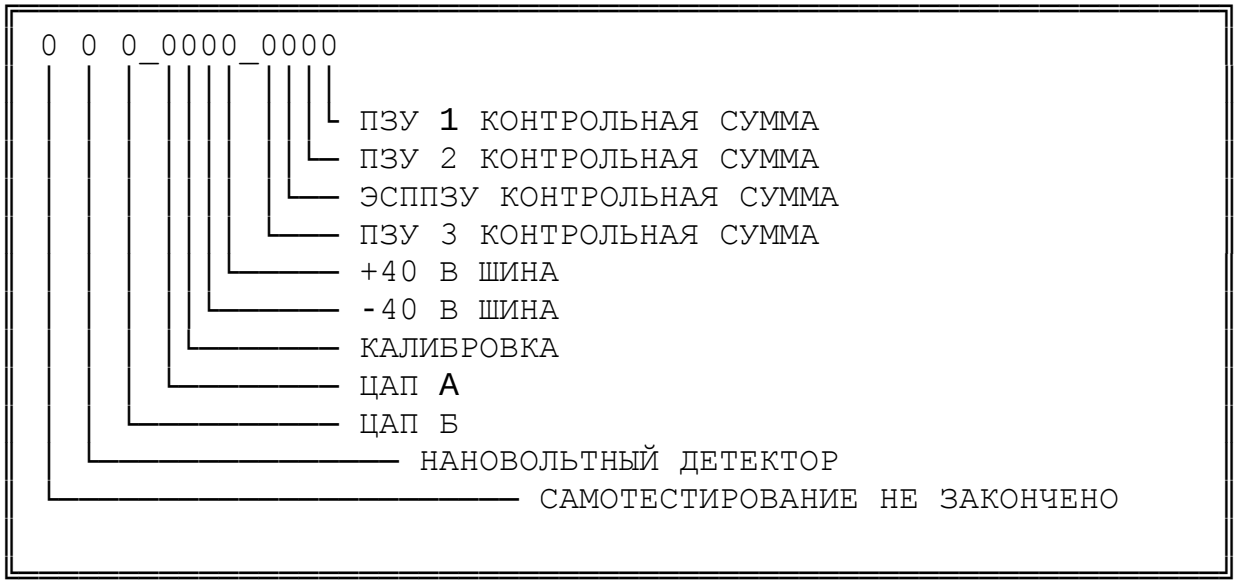
4.6.6.4. Меню <P.O.S.T.> Fn-1 (Sofcal_MAIN)

Это меню Sofcal отображает результаты внутреннего самотестирования измерительного моста 6622A.



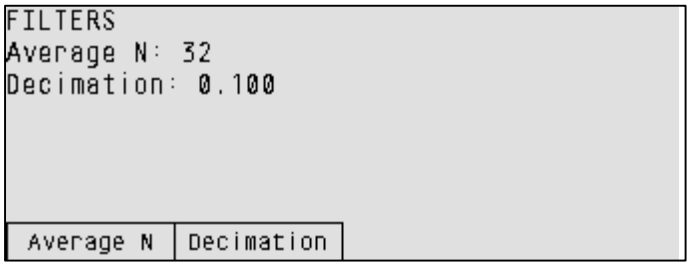
ПРИМЕЧАНИЕ:
Для некоторых функций Sofcal был применён системный пароль ограничения доступа. Если пароль был изменён, его можно восстановить к заводскому по умолчанию входом в это меню и нажатием клавиш в следующей последовательности: стрелка влево, стрелка вправо, стрелка вверх, стрелка вниз.

Отображение бит ошибок кода состояния неисправности ERROR STATUS в шестнадцатеричном представлении.



ПРИМЕЧАНИЕ: 0 = Исправность, 1 = Неисправность
Контрольная сумма ПЗУ **ROM CHECKSUM** – это сумма контроля циклическим избыточным кодом обоих ППЗУ. Контрольная сумма ЭСППЗУ – это контрольная сумма энергозависимого ОЗУ.

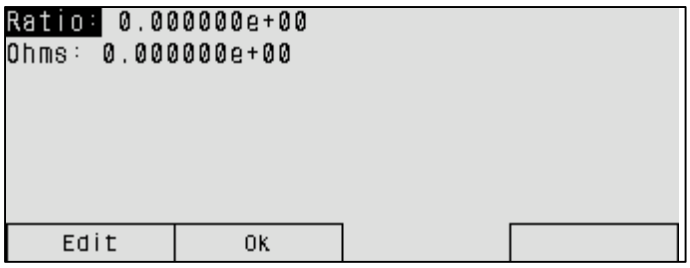
4.6.6.5. Меню <Filter> Fn-2 (Sofcal_MAIN)



Функциональная клавиша Fn-1 <Average N> позволяет ввести число выборки данных для фильтра среднего арифметического <1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 и 128>.

Функциональная клавиша Fn-2 <Decimation> позволяет установить коэффициент прореживающего цифрового фильтра от <0,001 до 0,500>.

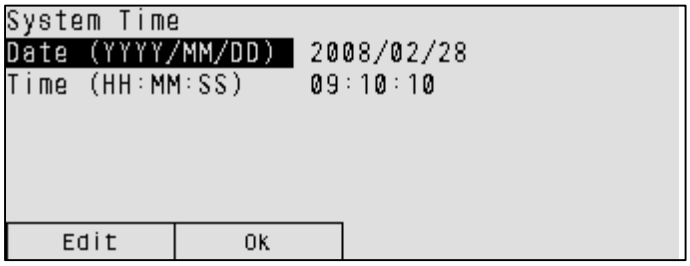
4.6.6.6. Меню <Datum> Fn-3 (Sofcal_MAIN)



Отображаемые в этом меню величины используются как исходные величины, когда мост 6622A измеряет отношение или сопротивление.

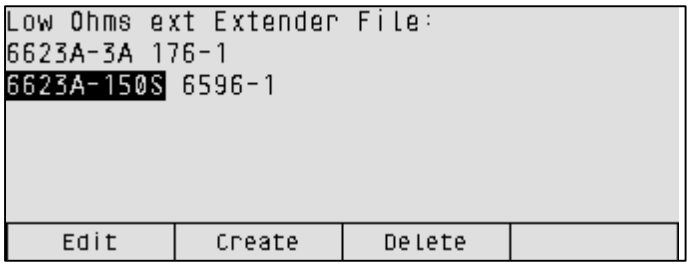
Функция Datum применима к меню измерения <Measure>.

4.6.6.7. Меню <Sys Time> Fn-2 (Sofcal MAIN)



Позволяет обновлять системную дату и время. Время вводится в 24-часовом формате.

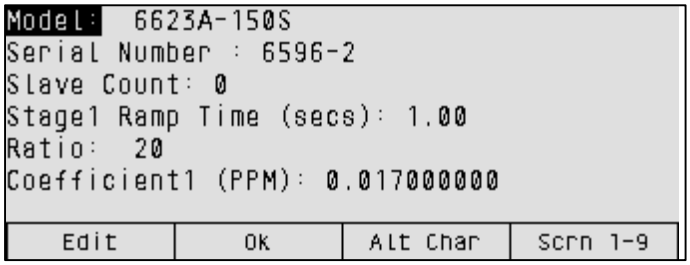
4.6.6.8. Меню <Extender> Fn-3 (SofcalMENU)



Позволяет создавать, удалять и редактировать расширители.

Существующие расширители выбирают с помощью стрелок <вверх> и <вниз>, также можно редактировать и удалять подсвеченные расширители.

4.6.6.8.1. Расширитель



Типовая маркировка **модели** 6623A-…

3 - 3 A
150 - 150 A
300 - 300 A
600 - 600 A
1 000 – 1 000 A
3 000 – 3 000 A
6 000 – 6 000A
10 000 - 10 000 A

Однако также возможно изготовление расширителя по особому заказу.

<Alt Char> позволяет вставку <A>, <B>, <C> и <S> в текст.

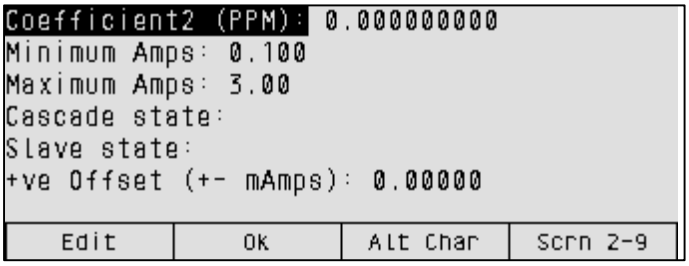
Serial Number – это заводской серийный номер, обозначенный на расширителе, который создается или редактируется.

Slave Count (подчинённая единица) используется для идентификации 150 А модулей, когда подключён более чем один модуль. То есть 6623A-3000 имеет номер двадцать (20).

Stage 1 Ramp Time – время линейного нарастания тока в секундах (с). Измерительный мост 6622A всегда устанавливает ток на ноль (0) и только затем устанавливает настроенный ток при изменении статуса (витков или полярности). Для серийного прибора Guildline стандартной настройкой является 1 секунда.

Ratio – это отношение расширителя для этой стадии. Для серийного прибора Guildline это двадцать (20).

Coefficient 1 – это ± PPM и используется, когда эта стадия активна.



Coefficient 2 – это ± PPM и используется, когда эта стадия активна.

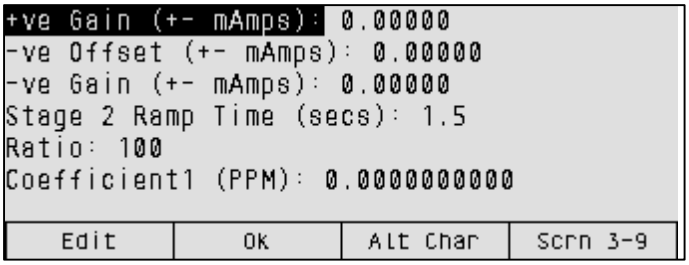
Minimum Amps применяется для установки минимального тока для этой стадии. Для серийного прибора Guildline это 0,1 А.

Maximum Amps применяется для установки максимального тока для этой стадии. Для серийного прибора Guildline это 3,0 А.

Cascade state применяется для выбора стадии.
Для серийного прибора Guildline это 0 или пробел.

Slave state применяется для выбора стадии.
Для серийного прибора Guildline это 0 или пробел.

+ve Offset используется для отстройки тока с коррекцией в мА. Применяется при генерировании положительного тока измерительным мостом 6622A. Для серийного прибора Guildline это 0.



+ve Gain применяется для регулировки тока с коррекцией в мА. Усиление увеличивает требуемый ток и затем добавляется к нему. Применяется при генерировании положительного тока измерительным мостом 6622A. Для серийного прибора Guildline это 0.

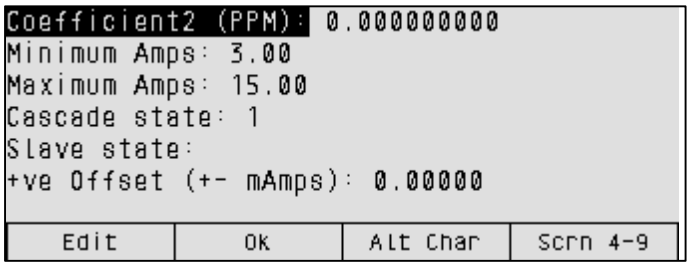
-ve Offset используется для отстройки тока с коррекцией в мА. Применяется при генерировании отрицательного тока измерительным мостом 6622A. Для серийного прибора Guildline это 0.

-ve Gain применяется для регулировки тока с коррекцией в мА. Усиление увеличивает требуемый ток и затем добавляется к нему. Применяется при генерировании отрицательного тока измерительным мостом 6622A. Для серийного прибора Guildline это 0.

Если расширитель является одностадийным (6623A-3), то остальные поля не корректируются.

Stage 2 Ramp Time – время линейного нарастания тока в секундах (с). Измерительный мост 6622A всегда устанавливает ток на ноль (0) и только затем устанавливает настроенный ток при изменении статуса (витков или полярности). Для серийного прибора Guildline стандартной настройкой является 1,5 секунды.

Ratio – это отношение расширителя для этой стадии. Для серийного прибора Guildline это сто (100).

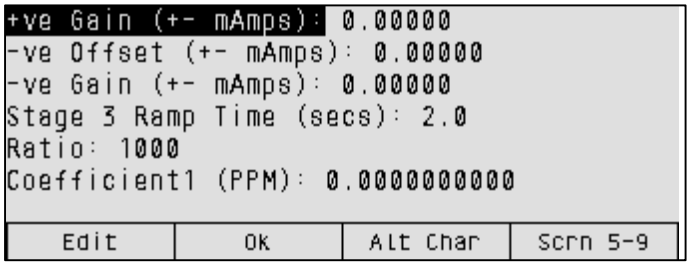


Minimum Amps применяется для установки минимального тока для этой стадии. Для серийного прибора Guildline это 3,0 А.

Maximum Amps применяется для установки максимального тока для этой стадии. Для серийного прибора Guildline это 15,0 А.

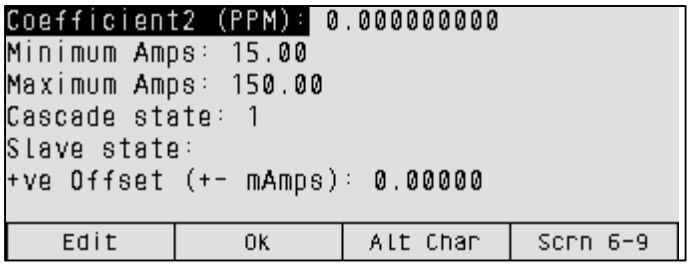
Cascade state применяется для выбора стадии.
Для серийного прибора Guildline это 1.

Slave state применяется для выбора стадии.
Для серийного прибора Guildline это 0 или пробел.



Stage 3 Ramp Time – время линейного нарастания тока в секундах (с). Измерительный мост 6622A всегда устанавливает ток на ноль (0) и только затем устанавливает настроенный ток при изменении статуса (витков или полярности). Для серийного прибора Guildline стандартной настройкой является 2,0 секунды.

Ratio – это отношение расширителя для этой стадии. Для серийного прибора Guildline это тысяча (1 000).

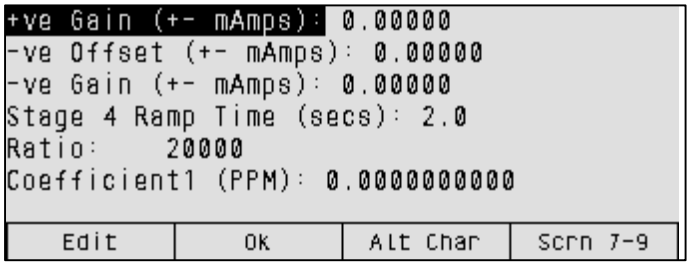


Minimum Amps применяется для установки минимального тока для этой стадии. Для серийного прибора Guildline это 15,0 А.

Maximum Amps применяется для установки максимального тока для этой стадии. Для серийного прибора Guildline это 150,0 А (модель 6623A-150).

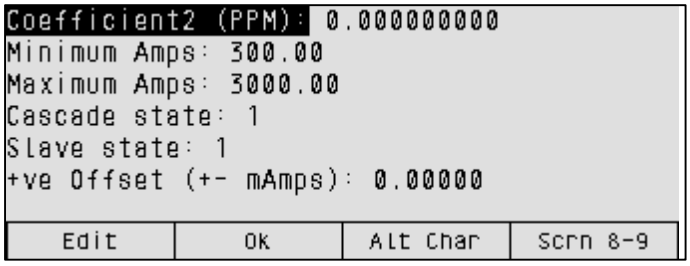
Cascade state применяется для выбора стадии.
Для серийного прибора Guildline это 1.

Slave state применяется для выбора стадии.
Для серийного прибора Guildline это 0 или пробел.



Stage 4 Ramp Time – время линейного нарастания тока в секундах (с). Измерительный мост 6622A всегда устанавливает ток на ноль (0) и только затем устанавливает настроенный ток при изменении статуса (витков или полярности). Для серийного прибора Guildline стандартной настройкой является 2,0 секунды.

Ratio – это отношение расширителя для этой стадии.

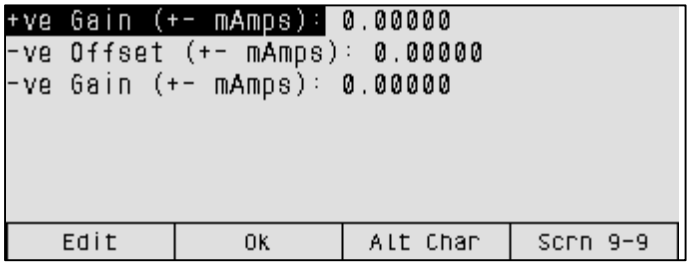


Minimum Amps применяется для установки минимального тока для этой стадии. Для модели Guildline 6623A-3000 это 150,0 A.

Maximum Amps применяется для установки максимального тока для этой стадии. Для модели Guildline 6623A-3000 это 3 000,0 A.

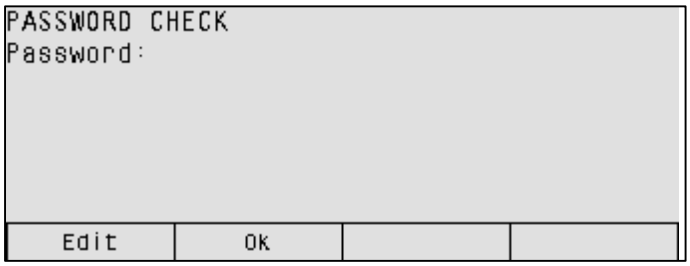
Cascade state применяется для выбора стадии.
Для серийного прибора Guildline это 1.

Slave state применяется для выбора стадии.
Для серийного прибора Guildline это 1. Для модели Guildline 6623A-3000 предустановлено значение 20.

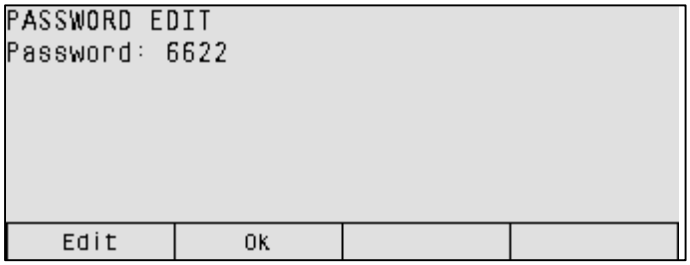


4.6.6.9 Меню <PASSWORD> Fn-1 (Sofcal_MAIN)

Для получения доступа к изменению системного пароля необходимо ввести текущий пароль.



Для ввода текущего пароля сначала нажмите клавишу <Edit>, введите текущий пароль и нажмите <Ok>. Неправильный пароль запретит доступ. Повторное нажатие клавиши <Edit> приведёт к отображению действующего пароля.



Пароль может быть изменен с использованием клавиш числовой клавиатуры. в В качестве пароля может быть введена последовательность из девяти (9) символов. Для подтверждения нового пароля нажмите функциональную клавишу <Ok>.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Заводской пароль по умолчанию: 6622
Если пароль был изменен и впоследствии утерян, обратитесь к пункту 4.6.6.4 <P.O.S.T.> для восстановления заводского пароля по умолчанию.

5. КАЛИБРОВКА И ПОВЕРКА

5.1. КАЛИБРОВКА ТОЧНОСТИ ОТНОШЕНИЯ

Эта процедура описывает калибровку точности отношения автоматического компаратора постоянного тока / измерительного моста сопротивлений серии 6622A. Это не процедура самотарирования, а периодическая проверка соответствия метрологических характеристик измерительного моста результатам последней поверки. Последующая процедура может быть автоматизирована с использованием тестового цикла программного обеспечения получения и накопления данных Bridgeworks Data Acquisition при подключении моста 6622A через сканер 6664C.

5.1.1. Цель

Целью данной процедуры является подтверждение, что автоматический компаратор постоянного тока / измерительный мост сопротивлений серии 6622A соответствует спецификациям производителя. Рекомендуется проводить эти процедуры после любых работ по техническому обслуживанию или когда оператор имеет малейшие сомнения относительно точности измерений.

Рекомендуется все эти процедуры проводить ежегодно для подтверждения соответствия характеристик измерительного моста 6622A спецификациям производителя в период от момента проведения его последней поверки.

5.1.2. Требуемое оборудование

Для всех моделей измерительного моста 6622A при выполнении описанной в этом разделе процедуры необходимо следующее оборудование:

- Контролируемая по температуре окружающая среда, в которой обеспечивается требуемая неопределённость образцовых и рабочих эталонных резисторов;
- Эталонный резистор номиналом 1 Ом со стабильностью ±0,01 ppm в течение 24 часов (2 шт.);
- Эталонный резистор номиналом 10 Ом со стабильностью ±0,01 ppm в течение 24 часов;
- Эталонный резистор номиналом 100 Ом со стабильностью ±0,01 ppm в течение 24 часов (2 шт.);
- Эталонный резистор номиналом 1 кОм со стабильностью ±0,01 ppm в течение 24 часов;
- Эталонный резистор номиналом 10 кОм со стабильностью ±0,01 ppm в течение 24 часов (2 шт.).

Для моделей измерительного моста 6622A-XR, 6622A-XPR и 6622A-HV при выполнении описанной в этом разделе процедуры необходимо следующее оборудование:

- Эталонный резистор номиналом 100 кОм со стабильностью ±0,02 ppm в течение 24 часов;
- Эталонный резистор номиналом 1 МОм со стабильностью ±0,04 ppm в течение 24 часов (2 шт.);
- Эталонный резистор номиналом 10 МОм со стабильностью ±0,2 ppm в течение 24 часов;
- Эталонный резистор номиналом 100 МОм со стабильностью ±0,5 ppm в течение 24 часов (2 шт.).

Только для модели измерительного моста 6622A-HV при выполнении описанной в этом разделе процедуры необходимо следующее оборудование:
- Дополнительный эталонный резистор номиналом 100 МОм со стабильностью ±0,5 ppm в течение 24 часов (2 шт.).

Примечание: Десять из этих эталонных резисторов доступны в опционной модели эталонных сопротивлений Guildline Instruments 6634A и до четырех образцовых резисторов доступны в портативной модели эталонных сопротивлений Guildline Instruments 6634TS.

5.1.3. Настройка

1. Убедитесь, что измерительный мост 6622A включён и имеются в наличии указанные резисторы для подключения к 6622A или провода, предварительно подключённые к каналу сканера дополнительного сканера 6664C, как описано выше.

2. Поместите эти эталонные резисторы в среду с контролируемой температурой и дайте достаточное время для их стабилизации. Модель Guildline 6634A предлагает до 10 таких резисторов в термостабильном корпусе для монтажа в стойку. Откройте программное обеспечение BridgeWorks Data Acquisition в компьютере.

5.1.4. Калибровка

1. Используйте функцию тестового цикла “Test Sequence” в меню конфигурации “Configuration” программного обеспечения получения и накопления данных BridgeWorks Data Acquisition для измерения отношения сопротивлений каждой пары резисторов с соответствующим током возбуждения и скоростью переключения, указанными ниже. Обратитесь к руководству пользователя по программному обеспечению BridgeWorks Data Acquisition для ознакомления с особенностями запуска тестовой последовательности. Эти измерения могут также быть выполнены вручную. Если они выполняются вручную, соблюдайте необходимое время для стабилизации измерений (1 – 2 часа) и обеспечьте выполнение всех связанных измерений в пределах 24 часов одного относительно другого.

№ измер.	Rx резистор	Rs резистор	Ток возбуждения	Скорость переключения	Режим измерения	Метод подключения
Тесты 1 – 12 для всех измерительных мостов 6622A						
1	1 Ом	1 Ом	100 мА	20 с	Normal	Interchange Взаимозамена
2	1 Ом	1 Ом	100 мА	20 с	Normal	
3	100 Ом	100 Ом	10 мА	20 с	Normal	Interchange Взаимозамена
4	100 Ом	100 Ом	10 мА	20 с	Normal	
5	10 кОм	10 кОм	1 мА	60 с	Normal	Interchange Взаимозамена
6	10 кОм	10 кОм	1 мА	60 с	Normal	
7	10 Ом	1 Ом	10 мА	20 с	Normal	Ladder С делителем
8	100 Ом	10 Ом	1,0 мА	20 с	Normal	
9	100 Ом	1 Ом	1,0 мА	20 с	Normal	
10	1 Ом	100 Ом	1,0 мА	40 с	Normal	Ladder С делителем
11	10 кОм	1 кОм	0,1 мА	60 с	Normal	
12	10 кОм	100 Ом	0,10 мА	90 с	Normal	
Дополнительные тесты 13 – 20 для 6622A-XR, 6622A-XPR и 6622A-HV						
13	1 МОм	1 МОм	100 В	90 с	High Ohms	Interchange Взаимозамена
14	1 МОм	1 МОм	100 В	90 с	High Ohms	
15	100 кОм	10 кОм	0,10 мА	90 с	Normal	Ladder С делителем
16	1 МОм	100 кОм	10 В	90 с	High Ohms	
17	1 МОм	10 кОм	10 В	90 с	High Ohms	
18	10 МОм	1 МОм	100 В	90 с	High Ohms	Ladder С делителем
19	100 МОм	10 МОм	100 В	120 с	High Ohms	
20	100 МОм	1 МОм	100 В	120 с	High Ohms	
Дополнительные тесты 21 и 22 только для 6622A-HV						
21	100 МОм	100 МОм	1000 В	150 с	High Ohms	Interchange Взаимозамена
22	100 МОм	100 МОм	1000 В	150 с	High Ohms	

2. Для каждой пары резисторов вычислите и запишите погрешность при взаимозамене. Например, если отношение Rx:Rs первого измерения равно Ra и отношение Rx:Rs второго измерения, когда эти два резистора взаимозаменены, равно Rb, тогда погрешность взаимозамены e_i номинального отношения в ppm равна:

$$e_i = (1/2) \times \left| R_a \times R_b - 1 \right| \times 10^6$$

3. Максимально допустимые погрешности взаимозамены (в ppm) для следующих пар резисторов равна:

Резистор	Резистор	Погрешность при взаимозамене					
		-B	-XP	-XPS	-XR	-XPR	-HV
1 Ом	1 Ом	0,1	0,05	0,02	0,1	0,05	0,04
100 Ом	100 Ом	0,1	0,05	0,02	0,1	0,05	0,04
10 кОм	10 кОм	0,1	0,05	0,05	0,1	0,05	0,05
1 МОм	1 МОм				0,6	0,4	0,4
100 МОм	100 МОм						3,5

4. Для отношения 100:1 погрешности метода с делителем отношение 100:1 должно находиться в пределах технических характеристик номинального отношения как для прямого измерения отношения 100:1, так и для вычисления отношения из произведения отношения 100:10 и отношения 10:1 следующим образом:

$$e_i = (1/3) \times \left| R_a - R_b \times R_c \right| / 100 \times 10^6$$

где:
R_a равно отношению 100:1;
R_b равно отношению 100:10;
R_c равно отношению 10:1.

5. Максимально допустимые погрешности метода с делителем (в ppm) для следующих наборов резисторов равна:

Резистор	Резистор	Резистор	Погрешность метода с делителем					
			-B	-XP	-XPS	-XR	-XPR	-HV
1 Ом	10 Ом	100 Ом	0,100	0,067	0,053	0,100	0,067	0,060
100 Ом	1 кОм	10 кОм	0,167	0,133	0,120	0,167	0,133	0,127
10 кОм	100 кОм	1 МОм				1,233	1,150	1,150
1 МОм	10 МОм	100 МОм				5,600	4,200	3,533

6. ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ И ОБСЛУЖИВАНИЕ

6.1. ВВЕДЕНИЕ

Этот раздел описывает возможные неисправности, ремонт и проверку автоматического компаратора постоянного тока / измерительного моста сопротивлений серии 6622A

6.1.1. Диагностические сообщения

Автоматический компаратор постоянного тока / измерительный мост сопротивлений серии 6622A отображает диагностические сообщения как на лицевой панели моста сопротивлений 6622A в ручном режиме, так и на компьютерном мониторе при использовании программного обеспечения BridgeWorks Data Acquisition. Диагностические сообщения и меры по корректировке приведены в таблице 6-1. Обратитесь также к руководству пользователя по программному обеспечению BridgeWorks Data Acquisition. Измерительный мост 6622A будет отображать диагностические сообщения до последующего события по универсальной интерфейсной шине GPIB или ввода с клавиатуры. Программное обеспечение BridgeWorks Data Acquisition будет отображать диагностические сообщения до подтверждения их пользователем.

Номер ошибки	Описание ошибки	Корректирующие действия
0	nV Detector Communication Failure – Отсутствие связи с нановольтным датчиком	- **Отсутствуют**, неустранимая ошибка аппаратных средств (отключите сеть)
1	Invalid Test Setup – Некорректные тестовые настройки	- Резисторы не подключены к клеммам Rx и Rs должным образом, несоответствующие тестовые настройки
2	Servo Railed – Шина сервопривода	- Отсутствие тока на клеммах Rx или Rs
3	Nano Zero, nVoltmeter not responding – Нановольтметр не отвечает	- Выключите и повторно включите сеть, ещё возможна неустранимая ошибка аппаратных средств
4	Null out of Range – Ноль за пределами диапазона	- Сбой автоматического переключателя диапазонов, введите соответствующее отношение
5	Max Test Exceeded – Превышены максимумы тестовых параметров	- Превышены максимальный ток или сопротивление Rs резистора
6	EEROM Failure, Resetting all values to default – Отказ ЭППЗУ, перезагрузка всех параметров к заводским настройкам по умолчанию	- Повреждены или потеряны сохранённые данные конфигурации. Необходимо сбросить адрес GPIB на 4 (обратитесь к пунктам 4.6.6.1 и 6.1.3), затем запустите утилиту ‘Coefficients’ из меню ‘Utilities’ ПО BridgeWorks Data Acquisition.
7	No Serial Number Specified, File not saved – Не указан серийный номер, файл не сохранён	- Не заполнено поле серийного номера резистора Rs – введите его
8	Nano Railed, Out of Nanovoltmeter range – Шина нано, за пределами диапазона нановольтметра	- Резисторы не подключены к клеммам Rx и Rs должным образом, несоответствующие тестовые настройки
9	Failed Self Test – Сбой самотестирования	- **Отсутствуют**, неустранимая ошибка (отключите сеть)

Таблица 6-1: Диагностические сообщения модели 6622A

Примечание: Утилита ‘Coefficients’, указанная в описании ошибки 6, является специализированной программой, позволяющая как прочитать сохраненные коэффициенты поправок отношения, так и загрузить их в измерительный мост серии 6622A. Она также позволяет сохранить и загрузить эти значения в файл и распечатать их. Если возникла ошибка 6, Вы должны использовать эту утилиту для проверки того, что в 6622A загружены соответствующие коэффициенты путём сличения с распечаткой параметров Вашей системы. Если они неверны, повторно введите правильные значения и перезапустите измерительный мост 6622A для отображения этих коэффициентов. Это вернёт измерительный мост к состоянию ‘при отгрузке’.

6.1.2. Предупреждения при настройке модели 6622A

Измерительный мост сопротивлений модели 6622A проводит проверку пределов для переменных, которые вводятся при настройке конфигурации измерения. Ниже приведён перечень предупреждений, которые могут появиться на дисплее в режиме ручного управления или на компьютерном мониторе при использовании программного обеспечения BridgeWorks Data Acquisition. Должны быть выполнены соответствующие корректирующие действия перед измерением или началом другой функции. Обратитесь также к руководству пользователя по программному обеспечению BridgeWorks. Измерительный мост 6622A отображает предупреждающее сообщение до следующего события по GPIB интерфейсу или ввода с клавиатуры. Программное обеспечение BridgeWorks Data Acquisition будет отображать предупреждающие сообщения до их подтверждения пользователем.

- Reversal Rate too low or not set!! Minimum reversal rate is 4 seconds!! – Скорость переключения слишком мала или не установлена!! Минимальная скорость переключения равна 4 секундам!!
- Rs value has not been set!! – Значение Rs не было установлено!!
- Extender Ratio not set – Отношение расширителя не установлено.
- Test Value not set – Тестовое значение не установлено.
- Max Test Value has not been set – Максимальное тестовое значение не было установлено.
- Test Value EXCEEDS Max Test Value – Тестовое значение ПРЕВЫШАЕТ максимальное тестовое значение.
- Test Value Exceeds Maximum Current Output!! – Тестовое значение ПРЕВЫШАЕТ максимальный выходной ток!!
- Test Value is below minimum current output!!! – Тестовое значение ниже минимального выходного тока!!!
- Maximum Current Value exceeds Maximum Current output!!! – Максимальное значение тока превышает максимальный выходной ток!!!
- Set internal Values. This menu allows full control of the model 6622A. Great care should be taken when using these functions – Настройка внутренних значений. Это меню даёт полное управление моделью 6622A. Будьте предельно внимательны при использовании этих функций.
- Self test not completed – Самотестирование не завершено.

6.1.3. Коэффициенты измерительного моста

1. Запустите программное обеспечение BridgeWorks Data Acquisition в компьютере.
2. Ознакомьтесь с особенностями запуска этого теста в руководстве пользователя по программному обеспечению BridgeWorks SUM66XX.
   Предупреждение: Эта утилита может изменить программные коэффициенты 6622A. Некорректное использование этой программы может раскалибровать аппаратную часть прибора. В частности, не нажимайте кнопку “Update”.
3. Нажмите кнопку ‘Display’ в окне ‘Coefficients’. Как только все коэффициенты были загружены из 6622A и отображены в окне, нажмите кнопку ‘Print’ в окне для распечатки копии отчёта о коэффициентах моста. Проверьте, что коэффициенты в этом отчёте идентичны тем, которые были в предыдущем отчёте для прибора 6622A с этим серийным номером.
4. Нажмите кнопку ‘Close’ в окне ‘Coefficients’, чтобы закрыть утилиту.

6.2. БЫСТРАЯ ПРОВЕРКА ОТНОШЕНИЯ

Эта процедура описывает быструю проверку отношения сопротивлений автоматического компаратора постоянного тока / измерительного моста сопротивлений серии 6622A. Последующая процедура может быть автоматизирована с использованием тестового цикла программного обеспечения получения и накопления данных Bridgeworks Data Acquisition при подключении моста 6622A через сканер 6664C.

6.2.1. Цель

Целью этой процедуры является проверка работоспособности автоматического компаратора постоянного тока / измерительного моста сопротивлений серии 6622A при тестировании во всех диапазонах отношений и основных режимах измерения. Этот тест не предназначен для полной проверки на точность. Полная процедура проверки и калибровки измерительного моста 6622A приведена в разделе 5. Эти процедуры рекомендуется проводить при обнаружении оператором проблем в работе моста 6622A или появлении сообщений об ошибках на дисплее. Также рекомендуется проводить эти процедуры после проведения любого технического обслуживания для подтверждения корректной работы моста 6622A.

Рекомендуется проводить эти процедуры ежегодно для подтверждения характеристик моста 6622A при его перекалибровки.

6.2.2. Требуемое оборудование

Для всех моделей измерительного моста 6622A при выполнении описанной в этом разделе процедуры необходимо следующее оборудование:

- Резистор номиналом 1 Ом со стабильностью ±10 ppm в течение 24 часов (2 шт.);
- Резистор номиналом 10 Ом со стабильностью ±10 ppm в течение 24 часов;
- Резистор номиналом 100 Ом со стабильностью ±10 ppm в течение 24 часов.

Для моделей измерительного моста 6622A-XR, 6622A-XPR и 6622A-HV при выполнении описанной в этом разделе процедуры необходимо следующее оборудование:

- Резистор номиналом 10 кОм со стабильностью ±10 ppm в течение 24 часов (2 шт.);
- Резистор номиналом 100 кОм со стабильностью ±10 ppm в течение 24 часов;
- Резистор номиналом 1 МОм со стабильностью ±10 ppm в течение 24 часов.

6.2.3. Настройка

Убедитесь, что измерительный мост 6622A включён и имеются в наличии указанные резисторы для подключения к 6622A или провода, предварительно подключённые к каналу сканера дополнительного сканера 6664C как описано выше.

6.2.4. Процедура проверки

1. Используйте функцию “Test Sequence” в меню конфигурации “Configuration” программного обеспечения получения и накопления данных BridgeWorks Data Acquisition для измерения отношения сопротивлений каждой пары резисторов с

соответствующим током возбуждения и скоростью переключения, указанными ниже. Обратитесь к руководству пользователя по программному обеспечению BridgeWorks Data Acquisition для ознакомления с особенностями запуска тестовой последовательности. Эти измерения могут также быть выполнены вручную. Если они выполняются вручную, соблюдается необходимое время для стабилизации измерений (5 - 10 минут) и обеспечивается выполнение всех связанных измерений в пределах 4 часов одного относительно другого.

№ измер.	Rx резистор	Rs резистор	Ток возбуждения	Скорость переключения	Режим измерения	Метод подключения
Тесты 1 – 5 для измерительных мостов 6622A и 6622A-XP						
1	1 Ом	1 Ом	100 мА	15 с	Normal	Interchange Взаимозамена
2	1 Ом	1 Ом	100 мА	15 с	Normal	
3	10 Ом	1 Ом	10 мА	15 с	Normal	Ladder С делителем
4	100 Ом	10 Ом	3,16 мА	15 с	Normal	
5	100 Ом	1 Ом	1,0 мА	15 с	Normal	
Тесты 6 – 10 для мостов 6622A-XR, 6622A-XPR и 6622A-HV						
6	10 кОм	10 кОм	1 мА	15 с	High Ohms	Interchange Взаимозамена
7	10 кОм	10 кОм	1 мА	15 с	High Ohms	
8	100 кОм	10 кОм	0,10 мА	30 с	Normal	Ladder С делителем
9	1 МОм	100 кОм	32 В	30 с	High Ohms	
10	1 МОм	10 кОм	10 В	30 с	High Ohms	

2. Для каждой пары резисторов, вычислите и запишите погрешность при взаимозамене. Например, если отношение Rx:Rs первого измерения равно Ra и отношение Rx:Rs второго измерения, когда эти два резистора взаимозаменены, равно Rb, тогда погрешность взаимозамены e_i номинального отношения в ppm равна:

$$e_i = (1/2) \times \left| R_a \times R_b - 1 \right| \times 10^6$$

3. Максимально допустимая погрешности взаимозамены (в ppm) для пар резисторов равна ±100 ppm.

4. Для отношения 100:1 погрешности метода с делителем отношение 100:1 должно находиться в пределах технических характеристик номинального отношения как для прямого измерения отношения 100:1, так и для вычисления отношения из произведения отношения 100:10 и отношения 10:1 следующим образом:

$$e_i = (1/3) \times \left| R_a - R_b \times R_c \right| / 100 \times 10^6$$

где:
R_a равно отношению 100:1;
R_b равно отношению 100:10;
R_c равно отношению 10:1.

5. Максимально допустимая погрешность метода с делителем (в ppm) для наборов резисторов равна ±100 ppm.

7. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Управление автоматическим компаратором постоянного тока / измерительным мостом сопротивлений серии 6622A возможно непосредственно с лицевой панели прибора либо дистанционно при помощи сопряжённого персонального компьютера с соответствующим программным обеспечением. Дистанционное управление может быть диалоговым, с пользователем, управляющим каждым шагом с терминала (не сопряжённого с системой), или управляться компьютером как автоматизированная система с использованием программного обеспечения BridgeWorks Data Acquisition.

Эта раздел описывает средства сопряжения и команды IEEE-488 для модели 6622A. Детальное описание набора команд дистанционного управления включено в пункт 5.5 этого руководства.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: В общем, ручное управление с лицевой панели возможно только при неактивном дистанционном управлении. Это происходит, когда программное обеспечение BridgeWorks Data Acquisition либо закрыто либо отображается сообщение об ошибке. Во время дистанционного управления органы управления лицевой панели, особенно для модели 6622A, могут оказаться бездействующими из-за постоянного опроса компьютерной системой, которая действует как контроллер GPIB.

7.1. ИНТЕРФЕЙСЫ

Система модели 6622A оборудована внешним интерфейсом IEEE-488.

Разъём интерфейса IEEE-488 расположен на задней панели измерительного моста модели 6622A. Этот разъём может быть последовательно подключён к другим компонентам типа сканеров 6664A и 6664A-2A, а так же подсоединяться к разъёму IEEE-488 компьютерной системы.

Заводские параметры настройки по умолчанию для интерфейса IEEE приведены в таблице 5-1. Заводские параметры настройки по умолчанию также включают быстродействие шины контроллера 2 микросекунды (2 мкс).

7.2. ИНТЕРФЕЙС IEEE-488 (GPIB)

Модель 6622A является полностью программируемой на базе интерфейсной шины IEEE 488 (также известной как General Purpose Interface Bus – универсальная интерфейсная шина, (шина GPIB)). Интерфейс модели 6622A разработан в соответствии с дополнительным стандартом IEEE-488.2. Устройства, подключённые шиной в систему, определяются как источники информации, приёмники информации, источники/приёмники информации или контроллеры. Модель 6622A управляется по шине IEEE-488 как источник/приёмник информации. Это руководство предполагает, что пользователь ознакомлен с основами интерфейсной шины IEEE-488.

Прибор	Значение адреса IEEE-488	Значение ручное/ дистанционное упр.	Значение типа контроллера
Мост модели 6622A	4	Нет данных	Нет данных

Таблица 7-1: Заводские параметры настройки по умолчанию шины GPIB

7.2.1. Контроллер

Можно задать только один контроллер на шине IEEE-488. Это устройство осуществляет полное управление шиной и способно как к передаче, так и приёму данных. Остальная часть устройств может определяться как приёмник информации, источник информации или источник/приёмник информации.

Диспетчер может опрашивать другие устройства и назначить их приёмниками, установить одно устройство источником и ждать передачу данных. Контроллер может маршрутизировать данные и при этом не принимать участия в их обмене.

Все запросы и последовательности команд контроллера должны завершаться символом перевода строки (0x0A) или, опционально, контроллер должен утверждать управляющий сигнал байта данных EOI (End Or Identify – конец или идентификация, сигнал шины GPIB) для окончания последовательности команды запроса.

Контроллер модели 6622A является компьютерной системой, управляемой пользователем через программное обеспечение BridgeWorks Data Acquisition.

7.2.2. Отклик IEEE-488

Ответом на любую IEEE-488 команду запроса будет последовательность символов ASCII, сопровождаемая символом перевода строки (0x0A). Символ перевода строки может также быть выражен как $0A_{16}$ или 10_{10} или 12_{8} или таб-J. Всюду в этом руководстве используется система счисления языка программирования “Си” для того, чтобы выразить числа с шестнадцатеричным основанием. А именно, 0x0A указывает, что 0A должно интерпретироваться с основой 16 (шестнадцатеричное основание).

7.2.3. Соединительный кабель и IEEE-488 разъём

Соединительный кабель IEEE-488 1978 состоит из 24 проводников; из них 16 проводников – сигналы и 8 проводников – заземление. Отдельный кабель может иметь длину 4 метра. Кабель должен иметь двойной экран и экранированные разъёмы с фиксатором на каждом конце кабеля. Настоятельно рекомендуем для работы кабель IEEE 488 длиной 2 м от Guildline Instruments с номером для заказа 996-23006. Каждый штепсельный разъём оснащен парой невыпадающих крепёжных болтов.

7.2.4. Типовая система

Входные/выходные линии 8-разрядных данных формируют информационную шину, по которой передаются данные между различными устройствами под диспетчерским управлением контролера. Байты сообщения переносятся по сигнальным линиям данных ввода / вывода в бит-параллельной последовательной форме байт, асинхронно и, как правило, в двунаправленном направлении.

Квитирование установления связи или управляющий байт данных – используются три сигнала интерфейса для передачи каждого байта данных по сигнальным линиям ввода / вывода от источника или контроллера либо одного или более приёмников.

1. DAV (DATA VALID – проверка достоверности, корректности данных) используется для обозначения состояния (соответствия и истинности) информации на сигнальных линий ввода / вывода.

2. NDAC (NOT DATA ACCEPTED – отсутствие принятых данных).

3. NRFD (NOT READY FOR DATA – отсутствие готовности принятия данных) используется для обозначения готовности устройств принять данные.

4. SRQ (SERVICE REQUEST – запрос на обслуживание) используется устройством для обозначения потребности в обслуживании и запроса прерывания текущей последовательности событий.

5. REN (REMOTE ENABLE – активация дистанционного управления) используется (контроллером) в сочетании с другими сообщениями для выбора между двумя альтернативными источниками устройств программируемых данных.

6. EOI (END OR IDENTIFY – окончание или маркирование) используется (источником) для обозначения окончания многократной последовательности передачи байтов или в сочетании с ATN (диспетчера) для выполнения последовательности опроса.

7. ATN (ATTENTION – внимание).

8. IFC (INTERFACE CLEAR – обнуление сопряжения).

7.2.5. Адрес и выбор источника / приёмника

Адрес и статус источника/приёмника IEEE-488 устанавливается при помощи органов управления лицевой панели как настроено диалоговой системой управления с меню оператора.

Когда при отсутствии контроллера модель 6622A подключена к принтеру для печати, то должен быть выбран исключительно режим источника как наиболее целесообразный режим работы.

7.2.6. Электрический интерфейс IEEE-488

Модель 6622A соответствует подклассу IEEE-488.1 спецификации интерфейса IEEE-488, представленной в таблице 5-3. Штырьковые соединения разъёма интерфейса IEEE-488 показаны в таблице 5-2.

7.2.7. Буферизация на входе IEEE-488

Входной буфер IEEE-488 имеет длину 256 байт. При более 75% загрузке буфера устанавливается полный бит входа, а 64-байт остаётся.

Контакт	Обозначение	Описание
1	DIO1	Входная/выходная линия 1 данных
2	DIO2	Входная/выходная линия 2 данных
3	DIO3	Входная/выходная линия 3 данных
4	DIO4	Входная/выходная линия 4 данных
5	EIO	Окончание или маркирование
6	DAV	Проверка достоверности, корректности данных
7	NRFD	Отсутствие готовности принятия данных
8	NDAC	Отсутствие принятых данных
9	IFC	Обнуление сопряжения
10	SRQ	Запрос на обслуживание
11	ATN	Внимание
12	SHIELD	Экран кабеля (заземлённый)
13	DIO5	Входная/выходная линия 5 данных
14	DIO6	Входная/выходная линия 6 данных
15	DIO7	Входная/выходная линия 7 данных
16	DIO8	Входная/выходная линия 8 данных
17	REN	Активация дистанционного управления
18	GND6	Заземляющий провод витой пары с DAV
19	GND7	Заземляющий провод витой пары с NRFD
20	GND8	Заземляющий провод витой пары с NDAC
21	GND9	Заземляющий провод витой пары с IFC
22	GND10	Заземляющий провод витой пары с SRQ
23	GND11	Заземляющий провод витой пары с ATN
24	GND	Логический ноль

Таблица 7-2: Маркировка штыревого разъёма IEEE-488

Source Handshake – подтверждение связи источником	SH1
Acceptor Handshake – подтверждение связи приёмником	AH1
Talker – источник	T6
Listener – приёмник	L4
Service Request – запрос на обслуживание	SR1
Remote Local – дистанционное / ручное управление	RL1
Parallel Poll – параллельный опрос	PP0
Device Clear – перезагрузка устройства	DC1
Device Trigger – запуск устройства	DT0
Controller – контроллер	C0
Electrical Interface – электрический интерфейс	E2

Таблица 7-3: Функциональные возможности IEEE-488 модели 6622A

7.2.8. Буферизация на выходе IEEE-488

Вывод команд запроса размещён в 256-байтах выходного буфера. Если по некоторым причинам контроллер не считает ответных сигналов от его команд запроса, тогда выходной буфер переполнится и в этом случае первые данные в буфере все еще будут действительны, а более поздние данные будут потеряны. При потере выходных данных устанавливается бит ошибки запроса в регистре статуса. При не пустом выходном буфере устанавливается бит доступного сообщения (MAV) в регистре статуса.

7.2.9. Взаимоблокировка IEEE-488

При запросе контроллером байта данных от модели 6622A с пустым буфером, измерительный мост 6622A установит признак ошибки запроса в регистре статуса событий.

7.3. КОМАНДНЫЙ ЯЗЫК

Как правило, команды для IEEE-488 соответствуют обозначениям меню лицевой панели. Примеры не демонстрируют завершенную кодовую комбинацию.

7.3.1. Общий синтаксис для команд

Модель 6622A использует сложную программу синтаксического анализа команд, которая определяет искомую команду, даже если та была введена неправильно.

Ни в одной используемой для модели 6622A команде нет пробела в её названии, пробелы (0x20) используются исключительно для отделения названия команд от их параметров.

Запятая “ , ” должна разграничивать все кратные аргументы, используемые в последовательности команд.

7.3.2. Общий синтаксис для чисел

Числовые параметры могут иметь до 30 знаков, и хотя 6622A воспринимает числовые параметры в диапазоне от ±2,2E-308 до ±1,8E308, применимый диапазон чисел будет от ±1,0E-8 до 1,0E5.

7.4. ДИСТАНЦИОННЫЙ И ЛОКАЛЬНЫЙ РЕЖИМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛИ 6622A

Моделью 6622A можно управлять вручную по месту, используя клавиши лицевой панели прибора, или дистанционно – при помощи удалённого контролера. Кроме того, модель 6622A в любой момент командой контроллера можно перевести в режим блокировки локального управления. Если скомбинировать локальный, дистанционный и блокировочный режимы, то возможны четыре варианта рабочего состояния прибора:

Локальный:
Модель 6622A отвечает на локальные и удалённые команды. Это также называется “Управление с лицевой панели”. Выполняются все удалённые команды, которые не затрагивают режим работы модели 6622A.

Локальный с блокировкой:
Локальный с блокировкой режим работы отвечает локальному, за исключением того, что при получении удалённой команды модель 6622A войдет в дистанционный с блокировкой режим работы вместо дистанционного.

Дистанционный:
Модель 6622A принимает дистанционный режим управления при утверждении активации дистанционного управления (REN) и обращении контроллера к модели 6622A как к приёмнику. Работа с лицевой панели ограничена использованием функциональной клавишей / кнопкой дистанционного управления. Нажатие функциональной клавиши дистанционного управления или посылка сообщения интерфейса GTL (Go To Local – возврат к локальному управлению) возвращает модель 6622A к локальному управлению. При запущенном программном обеспечении BridgeWorks Data Acquisition модель 6622A находится в дистанционном режиме управления большую часть времени из-за частого обмена информацией.

Дистанционный с блокировкой:
Включение дистанционного с блокировкой режима управления возможно с дистанционного или локального с блокировкой режимов управления, но не с локального. Для входа в этот режим контроллер должен отправить команды UNL, MLA и LLO именно в таком порядке, а затем сообщение достоверных данных при активированном дистанционном управлении REN. Модель 6622A остаётся в дистанционном с блокировкой режиме управления пока истинно значение REN и не получена команда GTL. Дистанционный с блокировкой режим управления отвечает дистанционному режиму управления с ограничениями: нажатие функциональной клавиши дистанционного управления не возвратит локальное управление. Для возврата модели 6622A в локальный с блокировкой режим управления контроллер должен послать команду интерфейса GTL. Для возврата модели 6622A в локальный режим управления контроллер должен не утвердить REN шины управления.

7.5. ПЕРЕЧЕНЬ КОМАНД ПРОГРАММИРОВАНИЯ МОДЕЛИ 6622A

Краткие описания каждой возможной отдаленной IEEE-488 команды и их синтаксис в БНФ (форма [запись] Бэкуса – Наура) следующие:

- слова в угловых скобках (то есть <и>) являются определенными элементами
-:== подразумевает “определено быть”
- | подразумевает “или”
- [] подразумевает дополнительно
- необходимые символы показаны в верхнем регистре, но могут быть введены как с верхним так и нижним регистром.

<digit> (цифра) :== 0|1|2|3|4|5|6|7|8|9
<letter> >(буква) :== A|B|C|...|Z|a|b|c|...|z
<string> (строка) :== <letter> | <letter><string>
<boolean> (логический) :== 0|1
<unsigned> (без знака) :== <digit> | <digit><unsigned>
<nr1> :== [+|-]<unsigned>
<nr3> :== <nr1>[.[<unsigned>]][E<nr1>]
<?> :== <letter> | <digit>
<*> :== <?> | [<*>] : чтобы не путать с *
<DD> (день) :== <unsigned> : ограниченный диапазоном 1...31
<MM> (месяц) :== <unsigned> : ограниченный диапазоном 1...12
<YYYY> (год) :== <unsigned> : ограниченный диапазоном от 1999 и выше

Биты STB следующие:
бит 7 = (неиспользуемый)
бит 6 = SRQ (service request – запрос на обслуживание)

; устанавливается при (SRQ_mask|GPIB_STAT_PORT) != 0
бит 5 = ESB (event summary – отчёт событий)
; устанавливается при побитовом AND of ESE, регистр не равен нулю
бит 4 = MAV (message available – доступно сообщение)
; устанавливается при наличии данных в буфере GPIB Tx
; обнуляется при пустом буфере
бит 3 = IFL (input buffer full – входной буфер заполнен)
; устанавливается при заполнении входного буфера более чем 80%
; обнуляется при заполнении входного буфера менее чем 20%

бит 2 = CHK (Checksum calculation complete – завершён подсчёт контрольной суммы)
бит 1 = RDY (ready – готовый)
; устанавливается при стабильном считывании устройства
; обнуляется при работающем приборе
бит 0 = OVR (over range – за пределами диапазона)
; устанавливается при обнаружении выхода за пределы диапазона (в ISR)
; обнуляется при сбросе выхода за пределы диапазона

КОМАНДА	**КОММЕНТАРИЙ**
*CLS	обнуляет регистр состояния устройства
*ESR?	запрос, отображает регистр событий состояния устройства
*ESE?	запрос, активирует отображение статуса событий
*ESE <unsigned>	активирует установку статуса событий
*IDN?	запрос, отображает обозначение модели прибора
*OPT?	запрос, отображает подлежащие оглашению опции
*OPC?	запрос, процесс завершён
*OPC	устанавливает бит завершения процесса в регистре событий состояния устройства
*RST	перезагружает прибор к заведомо определённому состоянию
*STB?	запрос, отображает статус байта последовательного опроса
*SRE?	запрос, отображает маску запроса на обслуживание
*SRE <unsigned>	устанавливает маску запроса на обслуживание
*TST?	запрос, отображает результаты самотестирования
FETCh?	вызывает новые значения данных
MEASure – настройка параметров измерения	
MEASure <state>	выбирает состояние измерения <state>:== 0|1 тип <boolean> 0 :== OFF (ВЫКЛ.) 1 :== ON (ВКЛ.)
MEASure?	запрос, отображает состояние измерения прибора
MEASure:UNIT <unit>	выбирает единицы измерения и режим работы прибора

КОМАНДА	КОММЕНТАРИЙ
	<unit> (единица измерения) :== R|O|V тип <letter> (буква) R:==Ratio (отношение) O:==Ohms (Ом) V:==Volt (В)
MEASure:UNIT?	запрос, отображает единицы измерения
MEASure:FILTer <function>	устанавливает цифровой фильтр для отображённых данных <function> (функция) :== 0|1|2 тип <digit> (цифра) 0 :== Filter OFF (фильтр ВЫКЛ.) 1 :== Decimation (прореживающий) 2 :== Simple average (среднее арифметическое)
MEASure:FILTer?	запрос, отображает настройку фильтра
MEASure:UPDAte <rate>	устанавливает периодичность обновления экрана для каждого измерительного цикла <rate>:== 0|1|2 тип <digit> (цифра) 0:==1 обновление / цикл 1:==2 обновления / цикл 2:==4 обновления / цикл
MEASure:UPDAte?	запрос, отображает значение скорости обновления экрана
MEASure:DEVIation <diff>	выбирает метод предоставления приращения данных <diff>:==0|1|2|3|4 тип <digit> (цифра) 0 :== disable/normal (откл./стандарт.) 1 :== parts per million (число частей на миллион) 2 :== delta change (дельта приращение) 3 :== ppm from datum (ppm от данной величины) 4 :== delta from datum (дельта от данной величины)
MEASure:DEVIation?	запрос, отображает метод предоставления приращения данных
MEASure:RESOlution <prec>	выбирает точность предоставления данных <prec>:==0|1|2|3|4 тип <digit> (цифра) 0 :== 0,001 ppm 1 :== 0,01 ppm 2 :== 0,1 ppm 3 :== 1,0 ppm 4 :== 10,0 ppm
MEASure:DEVIation?	запрос, отображает точность предоставления данных

КОМАНДА	КОММЕНТАРИЙ
	тип <boolean> 0:== OFF (ВЫКЛ.) 1:== ON (ВКЛ.)
MEASure:VOLT?	запрос, статус нановольтметра
	CONFigure – конфигурирует параметры работы прибора
MEASure:SELF<state>	начинает или заканчивает процесс внутреннего самотестирования
CONFigure:DATUm <unit>, <value>	инициализирует исходные данные, которые будут использоваться как уставки для выкладок <unit> (единица измерения) :== R|O|V тип <letter> (буква) R:==Ratio (отношение) O:==Ohms (Ом) V:==Volt (В) <value>:==<nr3>
CONFigure:DATUm?	запрос, отображает исходные данные, которые будут использоваться как уставки для выкладок
CONFigure:FILTer <size1>,<size2>	инициализирует коэффициенты фильтра <size1> :== <nr3> коэффициент прореживающего фильтра <size2> :== <unsigned> коэффициент среднеарифметического из N фильтра
CONFigure:FILTer?	запрос, коэффициенты фильтра
CONFigure:RESIstor <md>, <RS>, <SN>, <RX>, <Rev_Rate>, <Tst_Val>, <Tst_Max>	устанавливает измерительную конфигурацию для текущего резистора <mode> (режим) :== 0|1|2| type <digit> 0:==normal mode (среднеомный режим) 1:==high ohms mode (высокоомный режим) 2:==low ohms mode (низкоомный режим) <RS>:==<nr3> ref. resistor value (номинал эталонного резистора) <RS_Sn>:==<string> ref. resistor serial # (заводской № этал. резистора) <RX>:==<nr3> approximate value Rx (приближённое значение Rx) <Rev_rate>:==<nr3> test current reversal rate (скорость переключения тока тестирования) <Tst_Val>:==<nr3> test current/volts (тестовые ток/напряжение)

КОМАНДА	КОММЕНТАРИЙ
	<Tst_Max>:==<nr3> max current(Is)/volts for ref resistor (максимальный ток Is / напряжение на эталонном резисторе)
CONFigure:RESIstor?	запрос, отображает конфигурацию для текущего резистора
CONFigure:RESIstor:DISPlay <unit>, <rate>, <filter>, <size>, <power>	устанавливает отображаемые на экране активные параметры для измерения сопротивлений <unit> (единица измерения) :== R|O тип <letter> (буква) R:==Ratio (отношение) O:==Ohms (Ом) <rate> (скорость обновления экрана) :== 0|1|2 тип <digit> (цифра) 0:==1 обновление / цикл 1:==2 обновления / цикл 2:==4 обновления / цикл <filter> (фильтр) :== 0|1|2 тип <digit> (цифра) 0 :== none (отсутствует) 1 :== decimation (прореживающий) 2 :== simple average (среднее арифметическое) <size>:==<unsigned> size = % for decimation (% прореживания) = sample size for simple average (объём выборки для среднего арифметического) <power>:== 0|1|2 type <digit> 0 :== power normal X1 1 :== power X2
CONFigure:RESIstor:DISPlay?	запрос, отображает текущую настройку дисплея
CONFigure:VOLTmeter <range>, <zero>, <high>, <ref>	устанавливает калибровочные коэффициенты вольтметра <range> (диапазон) :== 0|1|2|3|4 тип <digit> (цифра) 0:== 20 В диапазон 1:== 2 В диапазон 2:== 200 мВ диапазон 3:== 20 мВ диапазон 4:== 2 мВ диапазон <zero>:==<unsigned> <high>:==<unsigned> <ref>:==<nr1>

КОМАНДА	КОММЕНТАРИЙ
CONFigure:VOLTmeter? <Range>	запрос, отображает калибровочную настройку вольтметра <range> (диапазон) :== 0|1|2|3|4 тип <digit> (цифра) 0:== 20 В диапазон 1:== 2 В диапазон 2:== 200 мВ диапазон 3:== 20 мВ диапазон 4:== 2 мВ диапазон
SYSTem	SYSTem – устанавливает эксплуатационные режимы прибора
SYSTem:COMMunicate:GPIB <address>, <mode>	настраивает GPIB соединение <address> (адрес) :== <unsigned> <mode> (режим) :== 0|1|2 тип <digit> (цифра) 0 :== disable (заблокировано) 1 :== talk only (источник только) 2 :== talk/listen (источник / приёмник)
SYSTem:COMMunicate:GPIB?	запрос, отображает настройку GPIB
SYSTem:TERSe	отвечает на команды с минимальным набором данных
SYSTem:VERBose	отвечает на команды с минимальным набором данных
SYSTem:VERSion?	запрос, отображает версию установленного ПО
SYSTem:DIAGnostic:ROMChecksum?	запрос, отображает контрольную сумму ПЗУ
SYSTem:DIAGnostic:SERialNumber <number>	устанавливает заводской номер <number>:==<unsigned> Набор диагностических команд
SYSTem:CHECK	запускает внутреннюю самопроверка
SYSTem:RESULT?	запрос, отображает результаты последней самопроверки
ADconvRead?	запрос, отображает данные АЦП в технических единицах
ADconvB?	запрос, отображает АЦП в необработанных единицах
Filter?	запрос, отображает настройки фильтра нановольтметра
Filter <function>	настраивает фильтр нановольтметра <function> (функция) :==0|1 тип <boolean> (логический) 0:== OFF (ВЫКЛ.) 1:== ON (ВКЛ.)
Highres?	запрос, отображает настройки режима высокого разрешения
Highres <resolution>	устанавливает режим высокого разрешения <resolution>:==0|1

КОМАНДА	КОММЕНТАРИЙ
	тип <boolean> (логический) 0:== OFF (ВЫКЛ.) 1:== ON (ВКЛ.)
HardWareFilter?	запрос, отображает статус аппаратного фильтра
HardWareFilter <status>	устанавливает статус аппаратного фильтра <status> (статус) :==0|1 тип <boolean> (логический) 0:== OFF (ВЫКЛ.) 1:== ON (ВКЛ.)
IXTurns?	запрос, отображает настройки сменных витков
IXTurns <turns>	устанавливает сменные витки <turns> (витки) :==<unsigned> (без знака) 0≤витки≤8747
ISDAC <value>	устанавливает настройки ЦАП <value>:==<nr1> value == ±5 Volts
ISMux?	запрос, отображает мультиплексный канал
ISMux <channel>	устанавливает мультиплексный канал <channel>:==0|1|2|3|4|5|7 тип <digit> (цифра) 0:== servo (сервопривод) 1:== speedup (увеличение быстродействия) 2:== offset (отклонение) 3:== +40 Volts (+40 В) 4:== -40 Volts (-40 В) 5:== primary current (ток первичной обмотки) 7:== calibrate (калибровать)
ISResolution?	запрос, отображает настройки разрешения
ISResolution <resolution>	устанавливает разрешение <resolution>:==0|1|2 тип <digit> (цифра) 0 :== high (высокое) 1 :== medium (среднее) 2 :== low (низкое)
ISSpeed?	запрос, отображает настройки скорости
ISSpeed <speed>	устанавливает скорость <speed> (скорость) :==0|1|2|3 тип <digit> (цифра) 0 :== reset (сброс) 1 :== slow (медленно) 2 :== moderate (средне)

КОМАНДА	КОММЕНТАРИЙ
	3 :== fast (быстро)
OHmmode?	запрос, отображает ohm mode режим Ом
OHmmode <mode>	устанавливает ohm mode режим Ом <mode> (режим) :==0|1|2 тип <digit> (цифра) 0 :== normal (среднеомный) 2 :== low ohms (низкоомный)
RESET	сбрасывает прибор в исходное состояние при включённом электропитании
Range?	запрос, отображает выбранный диапазон
Range <range>	устанавливает диапазон нановольтметра <range> (диапазон) :==<unsigned> (без знака) выбирает любое из 0,002; 0,02; 0,2; 2,0; 20,0
SOFCAL:COEF? <ratio>, <range>	запрос, отображает поправочный коэффициент отношения <ratio> (отношение) : == 0|1|2|3|4 тип <digit> (цифра) 0:==0,1:1 отношение 1:==1:1 отношение 2:==10:1 отношение (648 витков) 3:==10:1 отношение (81 витков) 4:==100:1 отношение <range> (диапазон): == 0|1|2|3|4|5|6|7 тип <digit> (цифра) 0:==1 Ом Rs диапазон 1:==10 Ом Rs диапазон 2:==100 Ом Rs диапазон 3:==1 кОм Rs диапазон 4:==10 кОм Rs диапазон
SOFCAL:COEF <ratio>, <range>, <corr>, <uncert>	устанавливает поправочный коэффициент отношения <ratio> (отношение) : == 0|1|2|3|4 тип <digit> (цифра) 0:==0,1:1 отношение 1:==1:1 отношение 2:==10:1 отношение (648 витков) 3:==10:1 отношение (81 витков) 4:==100:1 отношение <range> (диапазон): == 0|1|2|3|4|5|6|7 тип <digit> (цифра) 0:==1 Ом Rs диапазон 1:==10 Ом Rs диапазон

КОМАНДА	КОММЕНТАРИЙ
	2:==100 Ом Rs диапазон 3:==1 кОм Rs диапазон 4:==10 кОм Rs диапазон <corr>:==<nr3> correction coefficient поправочный коэффициент (ppm of ratio) <uncert>:==<nr3>
	uncertainty неопределённость (ppm of ratio)
SOFCAL <beta>	устанавливает adc beta <beta>: == <unsigned> 200 ≤ beta ≤ 300
SOFCAL <beta> ?	запрос, отображает adc beta для нановольтного детектора
SOFCAL: FREQuency <Hz>	устанавливает частоту сети электропитания <Hz>: = = 011 тип <digit> (цифра) 0 : = = 60 Hz (60 Гц) 1 : = = 50 Hz (50Гц)
SOFCAL:GET?	рассчитывает adc beta для нановольтного детектора
SOFCAL:DATE?	запрос, отображает дату калибровки
SOFCAL:DATE<YYYY>,<MM>,<DD>	устанавливает дату калибровки <YYYY> год калибровки <MM> месяц калибровки <DD> день калибровки
SOFCAL:PRIM?	запрос, отображает 81 первичный заблокированный виток
SOFCAL:PRIM<state>	устанавливает 81 первичный заблокированный виток <state> 0|1 тип <boolean> (логический) 0:== разблокированный 1:== заблокированный на 81 витке
Voltage?	запрос, отображает измерение нановольтметра

8. ПРИЛОЖЕНИЯ

8.1. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Общие технические характеристики автоматического компаратора постоянного тока / измерительного моста сопротивлений серии 6622A		
Рабочая температура, при которой соблюдаются все технические характеристики	+23 ± +3	°C
	+73,4 ± +5,4	°F
Максимальный диапазон рабочей температуры при относительной влажности менее 50%	от +18 до +28	°C
	от +64,4 до +82,4	°F
Максимальный диапазон температуры хранения	от -20 до +60	°C
	от -4 до +140	°F
Относительная влажность при работе	от 20 до 50	% ОВ
Относительная влажность при хранении	от 15 до 80	% ОВ
Максимальная потребляемая мощность	200	Вт
Напряжение сети электропитания (1)	100, 120, 220 или 240 ± 10%	В
Частота сети электропитания (1)	50 ± 5% или 60 ± 5%	Гц
Масса нетто	58	фунт
	27	кг
Габариты (стендовое исполнение)	Г 441; Ш 525; В 230	мм
	Г 17,36; Ш 20,67; В 9,06	дюйм
Габариты (исполнение для монтажа в стойку)	Г 467; Ш 525; В 222	мм
	Г 18,36; Ш 20,67; В 8,75	дюйм

Таблица 8-1: Общие технические характеристики

Примечание:
1. **Измерительные мосты серии 6622A поставляются с предустановленным напряжением сети электропитания 240 В. Они конфигурируются согласно других требований пользователя по установке частоты электросети, указанной при заказе.**
2. **На задней панели прибора настройте правильное положение селектора выбора входного напряжения сети электропитания и установите плавкий предохранитель соответствующего номинала.**

8.2. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (продолжение)

Общие технические характеристики серии 6622A				
Линейность		±0,01 ppm от полной шкалы (полная шкала определена как 13,4 : 1 и 100 : 1)		
Разрешение дисплея (ppm)		Переключаемое (программируемое) от 0,0001 ppm до 10 ppm		
Поправочный температурный коэффициент		0,01 ppm / °C от показаний		
Скорость автоматического переключения тока (в секундах)		от 4 с до 1637 с, программируемая с шагом 1 секунда		
Интерфейс		IEEE 488.2 (на основе языка инструкций SCPI)		
Ток тестирования (для измерений до 100 кОм)	Эффективный диапазон (соответствует ±30 В) (А)	10 мкА ÷ 150 мА (возможно расширение до 10 000 А)		
	Разрешающая способность (мкА)	1 мкА		
	Точность [погрешность (ppm) + отклонение (А)]	±100 ppm ± 10 мкА		
Напряжение тестирования (для измерений выше 100 кОм)	Диапазон напряжения постоянного тока (соответствует ±1 мА)	0 ÷ 100 В (модели XR и XPR); 0 ÷ 1000 В (модель HV)		
	Разрешение (В)	1 В для 100 В модуля, 256 бит для 1000 В модуля (= 4 В)		
	Систематическая погрешность (%)	± 0,2% от полной шкалы выходного напряжения		
Рабочая температура моста, при которой соблюдаются все заявленные технические характеристики		23 °C ± 3 °C	73,4 °F ± 5,4 °F	
Максимальный диапазон рабочей температуры моста при относительной влажности менее 50%		от +18 °C до +25 °C	от +64,4 °F до +82,4 °F	
Диапазон температуры хранения моста		от -20 °C до +60 °C	от -4 °F до +140 °F	
Требования по электропитанию	Напр. перем. тока 100 В, 120 В, 220 В и 240 В ± 10 % / 50 или 60 Гц ±5 %, 200 Вт			
Габаритные размеры (ширина x высота x глубина)			Масса	
440 мм x 200 мм x 465 мм	17,3” x 7,8” x 18,3”		27 кг	59,5 фунт

Таблица 8-2: Общие технические характеристики (продолжение)

8.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Примечание: Модели 6622A-Base, 6622A-XP и 6622A-XPS ограничены верхним пределом 100 кОм при использовании эталонного сопротивления Rs 10 кОм. Из-за доступных на всех моделях уникальных переменных отношений, существует возможность измерить искомое сопротивление при помощи разных эталонных сопротивлений Rs. Например, искомое сопротивление 10 кОм можно измерить при помощи эталонных сопротивлений (Rs) с номиналами 100 Ом, 1 кОм и 10 кОм. Для нахождения неопределённости измерения моста выберите соответствующий поддиапазон для искомого сопротивления согласно номинала используемого эталонного сопротивления Rs.

6622A-Base **Base диапазон: 1 мОм ◄► 100 кОм**				Отношения для Low Ohms[1]			
				Rs 1 Ом ►	± 0,8 мкОм	± 0,7 ppm	
				Номинальное отношение ►	**0,001:1**	**0,01:1**	
				Фактическое отношение ►	0,8m > Rx < 0,008	0,008 > Rx < 0,08	
Характеристики при взаимозамене[1]		**Эталон сопротивления**		**Характеристики отношения на протяжении 3-ёх лет[2]**			
0,8 > Rx < 6,3	◄	Фактическое отношение	►	0,08 > Rx < 0,8	0,8 > Rx < 6,3	6,3 >Rx< 13,4	13,4 >Rx< 107,5
1 : 1	◄	Номинальное отношение	►	**0,1 : 1**	**1 : 1**	**10 : 1**	**100 : 1**
± 0,03 ppm	◄	1 Ом	►	± 0,6 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm
± 0,03 ppm	◄	10 Ом	►	± 0,6 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm
± 0,03 ppm	◄	100 Ом	►	± 0,6 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm	± 0,3 ppm
± 0,03 ppm	◄	1 кОм	►	± 0,6 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm	± 0,8 ppm
± 0,05 ppm	◄	10 кОм	►	± 0,6 ppm	± 0,1 ppm	± 0,2 ppm	**[XR модель]**

6622A-XR **XR диапазон: 1 мОм ◄► 100 МОм**				Отношения для Low Ohms[1]			
				Rs 1 Ом ►	± 0,8 ppm	± 0,7 ppm	
				Номинальное отношение ►	**0,001:1**	**0,01:1**	
				Фактическое отношение ►	0,8m > Rx < 0,008	0,008 > Rx < 0,08	
Характеристики при взаимозамене[1]		**Эталон сопротивления**		**Характеристики отношения на протяжении 3-ёх лет[2]**			
0,8 > Rx < 6,3	◄	Фактическое отношение	►	0,08 > Rx < 0,8	0,8 > Rx < 6,3	6,3 >Rx< 13,4	13,4 >Rx< 107,5
1 : 1	◄	Номинальное отношение	►	**0,1 : 1**	**1 : 1**	**10 : 1**	**100 : 1**
± 0,03 ppm	◄	1 Ом	►	± 0,6 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm
± 0,03 ppm	◄	10 Ом	►	± 0,6 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm
± 0,03 ppm	◄	100 Ом	►	± 0,6 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm	± 0,3 ppm
± 0,03 ppm	◄	1 кОм	►	± 0,6 ppm	± 0,1 ppm	± 0,1 ppm	± 0,8 ppm
± 0,05 ppm	◄	10 кОм	►	± 0,6 ppm	± 0,1 ppm	± 0,2 ppm	± 3 ppm
± 0,15 ppm	◄	100 кОм	►	± 1 ppm	± 0,3 ppm	± 0,5 ppm	± 6 ppm
± 0,25 ppm	◄	1 МОм	►	± 2,5 ppm	± 0,6 ppm	± 0,8 ppm	± 8 ppm
± 2,0 ppm	◄	10 МОм	►	± 8 ppm	± 4 ppm	± 8 ppm	**[HV модель]**

6622A-XP XP диапазон: 1 мОм ◄► 100 кОм				Отношения для Low Ohms[1]			
				Rs 1 Ом ►	± 0,7 ppm	± 0,6 ppm	
				Номинальное отношение ►	**0,001:1**	**0,01:1**	
				Фактическое отношение ►	0,8m > Rx < 0,008	0,008 > Rx < 0,08	
Характеристики при взаимозамене[1]		**Эталон сопротивления**		**Характеристики отношения на протяжении 3-ёх лет[2]**			
0,8 > Rx < 6,3	◄	Фактическое отношение	►	0,08 > Rx < 0,8	0,8 > Rx < 6,3	6,3 >Rx< 13,4	13,4 >Rx< 107,5
1 : 1	◄	Номинальное отношение	►	**0,1 : 1**	**1 : 1**	**10 : 1**	**100 : 1**
± 0,02 ppm	◄	1 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,05 ppm	± 0,1 ppm
± 0,02 ppm	◄	10 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,05 ppm	± 0,1 ppm
± 0,02 ppm	◄	100 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,05 ppm	± 0,3 ppm
± 0,02 ppm	◄	1 кОм	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,05 ppm	± 0,8 ppm
± 0,03 ppm	◄	10 кОм	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,15 ppm	**[XPR модель]**

6622A-XPR XPR диапазон: 1 мОм ◄► 100 МОм				Отношения для Low Ohms[1]			
				Rs 1 Ом ►	± 0,7 ppm	± 0,6 ppm	
				Номинальное отношение ►	**0,001:1**	**0,01:1**	
				Фактическое отношение ►	0,8m > Rx < 0,008	0,008 > Rx < 0,08	
Характеристики при взаимозамене[1]		**Эталон сопротивления**		**Характеристики отношения на протяжении 3-ёх лет[2]**			
0,8 > Rx < 6,3	◄	Фактическое отношение	►	0,08 > Rx < 0,8	0,8 > Rx < 6,3	6,3 >Rx< 13,4	13,4 >Rx< 107,5
1 : 1	◄	Номинальное отношение	►	**0,1 : 1**	**1 : 1**	**10 : 1**	**100 : 1**
± 0,02 ppm	◄	1 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,05 ppm	± 0,1 ppm
± 0,02 ppm	◄	10 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,05 ppm	± 0,1 ppm
± 0,02 ppm	◄	100 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,05 ppm	± 0,3 ppm
± 0,02 ppm	◄	1 кОм	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,05 ppm	± 0,8 ppm
± 0,03 ppm	◄	10 кОм	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,15 ppm	± 3 ppm
± 0,1 ppm	◄	100 кОм	►	± 0,7 ppm	± 0,2 ppm	± 0,3 ppm	± 6 ppm
± 0,2 ppm	◄	1 МОм	►	± 1,5 ppm	± 0,4 ppm	± 0,6 ppm	± 8 ppm
± 1,5 ppm	◄	10 МОм	►	± 8 ppm	± 2,5 ppm	± 4 ppm	**[HV модель]**

6622A-XPS XPS диапазон: 1 мОм ◄► 100 кОм				Отношения для Low Ohms[1]			
				Rs 1 Ом ►	± 0,7 ppm		± 0,6 ppm
				Номинальное отношение ►	**0,001:1**		**0,01:1**
				Фактическое отношение ►	0,8m > Rx < 0,008		0,008 > Rx < 0,08
Характеристики при взаимозамене[1]		**Эталон сопротивления**		**Характеристики отношения на протяжении 3-ёх лет[2]**			
0,8 > Rx < 6,3	◄	Фактическое отношение	►	0,08 > Rx < 0,8	0,8 > Rx < 6,3	6,3 >Rx< 13,4	13,4 >Rx< 107,5
1 : 1	◄	Номинальное отношение	►	**0,1 : 1**	**1 : 1**	**10 : 1**	**100 : 1**
± 0,015 ppm	◄	1 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,02 ppm	± 0,03 ppm	± 0,1 ppm
± 0,015 ppm	◄	10 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,02 ppm	± 0,03 ppm	± 0,1 ppm
± 0,015 ppm	◄	100 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,02 ppm	± 0,03 ppm	± 0,3 ppm
± 0,015 ppm	◄	1 кОм	►	± 0,4 ppm	± 0,02 ppm	± 0,03 ppm	± 0,8 ppm
± 0,03 ppm	◄	10 кОм	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,15 ppm	**[HV модель]**

6622A-HV Базовый диапазон: 1 мОм ◄► 100 ГОм				Отношения для Low Ohms[1]			
				Rs 1 Ом ►	± 0,7 ppm		± 0,6 ppm
				Номинальное отношение ►	**0,001:1**		**0,01:1**
				Фактическое отношение ►	0,8m > Rx < 0,008		0,008 > Rx < 0,08
Характеристики при взаимозамене[1]		**Эталон сопротивления**		**Характеристики отношения на протяжении 3-ёх лет[2]**			
0,8 > Rx < 6,3	◄	Фактическое отношение	►	0,08 > Rx < 0,8	0,8 > Rx < 6,3	6,3 >Rx< 13,4	13,4 >Rx< 107,5
1 : 1	◄	Номинальное отношение	►	**0,1 : 1**	**1 : 1**	**10 : 1**	**100 : 1**
± 0,02 ppm	◄	1 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,04 ppm	± 0,04 ppm	± 0,1 ppm
± 0,02 ppm	◄	10 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,04 ppm	± 0,04 ppm	± 0,1 ppm
± 0,02 ppm	◄	100 Ом	►	± 0,4 ppm	± 0,04 ppm	± 0,04 ppm	± 0,3 ppm
± 0,02 ppm	◄	1 кОм	►	± 0,4 ppm	± 0,04 ppm	± 0,04 ppm	± 0,8 ppm
± 0,03 ppm	◄	10 кОм	►	± 0,4 ppm	± 0,05 ppm	± 0,15 ppm	± 3 ppm
± 0,1 ppm	◄	100 кОм	►	± 0,7 ppm	± 0,2 ppm	± 0,3 ppm	± 6 ppm
± 0,2 ppm	◄	1 МОм	►	± 1,5 ppm	± 0,4 ppm	± 0,6 ppm	± 8 ppm
± 0,7 ppm	◄	10 МОм	►	± 4 ppm	± 1,0 ppm	± 2 ppm	**[Модель 6530]**
± 2,5 ppm	◄	100 МОм	►	± 8 ppm	± 3,5 ppm	± 6 ppm	**[Модель 6530]**

1 – Технические характеристики метода взаимозамены (иногда называемой автокалибровкой) и технические характеристики Low Ohms Ratio отношений для низкоомного режима работы – обратитесь к руководству по модели 6622A для дополнительной информации по техническим характеристикам низкоомного режима работы и метода взаимозамены.
2 – 3-летний межповерочный интервал с ежегодной проверкой рабочих характеристик (автоматизированной).
3 – Технические характеристики основываются на 10 мВт рассеиваемой мощности или максимальном токе на Rs либо пределе выхода 6622A и температуре 23 °C ± 3 °C.
4 – При использовании расширителя диапазона серии 6623A с измерительным мостом серии 6622A неопределённость отношения меньше 0,08:1 для Rs номиналом 10 Ом и ниже.
5 – Наименьшее возможное отношение R_x определяется как $R_{xlow} = R_s$ x 0,08, а максимально возможное отношение R_x определяется как $R_{xhigh} = R_s$ x 107,5.
6 – Максимальная верхняя граница диапазона ограничена 134 кОм для моделей 6622A, 6622A-XP и 6622A-XPS с максимально допустимым R_s номиналом 10 кОм.
7 – Максимальная верхняя граница диапазона ограничена 134 МОм для моделей 6622A-XR и 6622A-XPR с максимально допустимым R_s номиналом 10 МОм.
8 – Максимальная верхняя граница диапазона ограничена 134 ГОм для модели 6622A-HV с максимально допустимым R_s номиналом 100 МОм при использовании 1000 В.

Таблица 8-3: Технические характеристики измерения сопротивления (все модели 6622A)

Технические характеристики на протяжении 3-ёх лет включают указанные технические характеристики измерительных мостов, запатентованный внутренний прецизионный источник тока, внутреннюю коммутацию, системный сканнер и провода. Коэффициент Стьюдента t = 2 (при доверительной вероятности P=0,95), температура окружающей среды 23 °C ± 3 °C.

6623A-3	x20 – 3 A 1 мОм ~ 50 мОм	x20 – 3 A 50 мОм ~ 10 Ом				
6622A Base, 6622-XR	± 0,8 ppm	± 0,7 ppm				
Модели 6622A-XP, XPR и HV	± 0,7 ppm	± 0,6 ppm				
6623A-10	x100 – 10 A 0,1 мОм ~ 0,5 мОм	x100 – 10 A 0,5 мОм ~ 0,01 Ом	x20 – 3 A 1 мОм ~ 50 мОм	x20 – 3 A 50 мОм ~ 10 Ом		
6622A Base, 6622-XR	± 3,5 ppm	± 0,9 ppm	± 0,8 ppm	± 0,7 ppm		
Модели 6622A-XP, XPR и HV	± 3 ppm	± 0,8 ppm	± 0,7 ppm	± 0,6 ppm		
6623A-150	x1000 – 150 A 1 мкОм ~ 10 мкОм	x1000 – 150 A 10 мкОм ~ 0,1 мОм	x1000 – 150 A 0,1 мОм ~ 0,5 мОм	x1000 – 150 A 0,5 мОм ~ 0,01 Ом	x100 – 150 A 1 мОм ~ 50 мОм	x20 – 3 A 50 мОм ~ 10 Ом
6622A Base, 6622-XR	± 20 ppm	± 10 ppm	± 3 ppm	± 0,8 ppm	± 0,7 ppm	± 0,7 ppm
Модели 6622A-XP, XPR и HV	± 18 ppm	± 9 ppm	± 2,5 ppm	± 0,7 ppm	± 0,6 ppm	± 0,6 ppm
6623A-300	x2000 – 300 A 1 мкОм ~ 10 мкОм	x2000 – 300 A 10 мкОм ~ 0,1 мОм	x2000 – 300 A 0,1 мОм ~ 0,5 мОм	x2000 – 300 A 0,5 мОм ~ 0,01 Ом	x200 – 15 A 1 мОм ~ 50 мОм	x20 – 3 A 50 мОм ~ 10 Ом
6622A Base, 6622-XR	± 15 ppm	± 8 ppm	± 2 ppm	± 0,8 ppm	± 0,7 ppm	± 0,7 ppm
Модели 6622A-XP, XPR и HV	± 12 ppm	± 7 ppm	± 1,5 ppm	± 0,7 ppm	± 0,6 ppm	± 0,6 ppm
6623A-450A/600	x4000 – 600 A 1 мкОм ~ 10 мкОм	x4000 – 600 A 10 мкОм ~ 0,1 мОм	x4000 – 600 A 0,1 мОм ~ 0,5 мОм	x4000 – 600 A 0,5 мОм ~ 0,01 Ом	x400 – 30 A 1 мОм ~ 50 мОм	x20 – 3 A 50 мОм ~ 10 Ом
6622A Base, 6622-XR	± 15 ppm	± 8 ppm	± 2 ppm	± 0,8 ppm	± 0,7 ppm	± 0,7 ppm
Модели 6622A-XP, XPR и HV	± 12 ppm	± 7 ppm	± 1,5 ppm	± 0,7 ppm	± 0,6 ppm	± 0,6 ppm
6623A-1k/2k/3k	x20000 – ПШ A 0,1 мкОм ~ 1 мкОм	x20000 – ПШ A 1 мкОм ~ 10 мкОм	x20000 – ПШ A 10 мкОм ~ 0,1 мОм	x20000 – ПШ A 0,1 мОм ~ 0,5 Ом	x2000 – 150 A 0,5 мОм ~ 0,01 Ом	x200 – 15 A 1 мОм ~ 0,1 Ом
6622A Base, 6622-XR	± 18 ppm	± 12 ppm	± 8 ppm	± 2 ppm	± 0,8 ppm	± 0,7 ppm
Модели 6622A-XP, XPR и HV	± 16 ppm	± 10 ppm	± 7 ppm	± 1,5 ppm	± 0,7 ppm	± 0,6 ppm
6623A-4k/5k/6k	x40000 – ПШ A 0,1 мкОм ~ 1 мкОм	x40000 – ПШ A 1 мкОм ~ 10 мкОм	x40000 – ПШ A 10 мкОм ~ 0,1 мОм	x40000 – ПШ A 0,1 мОм ~ 0,5 мОм	x4000 – 300 A 0,5 мОм ~ 0,01 Ом	x400 – 30 A 1 мОм ~ 0,1 Ом
6622A Base, 6622-XR	± 16 ppm	± 10 ppm	± 6 ppm	± 1,8 ppm	± 0,8 ppm	± 0,7 ppm
Модели 6622A-XP, XPR и HV	± 14 ppm	± 8 ppm	± 5 ppm	± 1,4 ppm	± 0,7 ppm	± 0,6 ppm
6623A-7k/8k/9k/10k	x100 k – ПШ A 0,1 мкОм ~ 1 мкОм	x100 k – ПШ A 1 мкОм ~ 10 мкОм	x100 k – ПШ A 10 мкОм ~ 0,1 мОм	x100 k – ПШ A 0,1 мОм ~ 0,5 мОм	x10000 – 300 A 0,5 мОм ~ 0,01 Ом	x1000 – 30 A 1 мОм ~ 0,1 Ом*
6622A Base, 6622-XR	± 14 ppm	± 8 ppm	± 5 ppm	± 1,6 ppm	± 0,8 ppm	± 0,7 ppm
Модели 6622A-XP, XPR и HV	± 12 ppm	± 6 ppm	± 4 ppm	± 1,2 ppm	± 0,7 ppm	± 0,6 ppm

Таблица 8-4: Технические характеристики измерения сопротивления (все модели 6623A)