



Тестер FORMULA[®] R – автоматизированная контрольно-измерительная система для проверки реле постоянного тока

Наталья Елисеева, Рашит Шарипов, Александр Шустров, Сергей Фатюшкин, Олег Григорьев (Москва)

С 2008 года требования к контролю слаботочных электромагнитных реле существенно расширены по сравнению с ГОСТ 16121-86 и определяются ГОСТ РВ 5945-002-2008. Для обеспечения новых требований в полном объёме на одном рабочем месте предприятие ФОРМ разработало и серийно выпускает тестеры FORMULA[®] R.

Тестер FORMULA[®] R – это автоматизированная контрольно-измерительная система для комплексной проверки параметров слаботочных одно- и двустабильных электромагнитных реле постоянного тока с количеством обмоток до 8 и числом контактных групп до 12. На рисунке 1 представлен внешний вид прибора.

Тестер выполняет комплексный диагностический контроль и измерения параметров реле в полном соответствии с ГОСТ 16121-86 и ГОСТ РВ 5945-002-2008, в том числе измерение времени стабилизации контактов и амплитуды ЭДС самоиндукции.

Область применения тестера – испытания и контроль качества на всех стадиях жизненного цикла реле, включая:

- испытания и исследования вновь разработанных типов реле в диагностических режимах и режимах, приближенных к реальным условиям функционирования реле в изделиях;
- производственные и приёмочные испытания серийной продукции;

квалификационные, периодические, отбраковочные, приёмо-сдаточные, а также межоперационный контроль;

- сертификационные испытания;
- анализ брака/отклонений и прогнозирование отказов;
- входной контроль.

Тестеры FORMULA[®] R учитывают современные потребности электронной промышленности и ОПК России, соответствуют требованиям метрологического законодательства РФ и нормативной документации в области измерений и испытаний в микроэлектронике:

- свидетельство об утверждении типа средств измерений № 39604 от 16.04.2015;
- регистрация в Государственном реестре средств измерений, запись № 44207-10 от 16.04.2015.

Основные технические характеристики и функциональные возможности тестера представлены в таблице 1.

Тестер является функционально полным автоматизированным средством измерений слаботочных реле. Он пред-

ставляет собой аттестованное рабочее место и предоставляет потребителям вполне ощутимые организационно-технические преимущества и экономические выгоды (см. табл. 2).

ПРИМЕНЕНИЕ И ПРЕИМУЩЕСТВЕННОСТЬ

Концепция, реализованная в тестере реле, обеспечивает его эффективное применение сразу в трёх областях:

- 1) как средства измерений при испытаниях реле в полном соответствии с ГОСТ 16121-86, ГОСТ РВ 5945-002-2008 и ТУ;
- 2) как инструмент для анализа причин и механизмов отказов реле при производстве;
- 3) как средство прогнозирования надёжности реле на испытаниях и входном контроле реле.

Тестер FORMULA[®] R по своим функциональным и параметрическим характеристикам полностью замещает традиционное оборудование предыдущего поколения (например, Аккорд или Спектр) и обладает полной совместимостью с этим оборудованием в части измерительной оснастки и методов измерений.

ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ

В тестере реализованы принципиальные новшества, которые обеспечивают потребителю преимущества метрологического технологического уровня, позволяя:

- радикально повысить точность измерений:
 - временных параметров реле;
 - контактного сопротивления – сопротивления цепи контактов при их замыкании;
 - напряжений/токов срабатывания / отпускания с применением произвольных циклограмм;
- обеспечить выполнение новых требований к контролю реле в соответствии с ГОСТ РВ 5945-002-2008:
 - измерять электрическую прочность реле при напряжении до 800 В (1000 В);



Рис. 1. Тестер FORMULA[®] R

- измерять времена стабилизации контактов и измерения ЭДС самоиндукции обмоток реле;
- расширить область применения средства измерений:
 - выявлять скрытый брак реле с применением встроенного осциллографа высокого разрешения и программного обеспечения для исследования и контроля реле;
 - выполнять анализ отказов и прогнозирование надёжности реле с применением произвольных циклограмм;
- расширить назначение средства измерений:
 - контролировать электрические параметры резисторных сборок типа Б19-1, Б19-2 и Б19-3;
 - измерять герконовые реле, имеющие низкое сопротивление контактов, малые времена срабатывания / отпускания и высокое сопротивление изоляции – до 10 ГОм;
 - контролировать оптореле, в том числе выполненные в виде микросборок.

ЭРГОНОМИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОЧЕГО МЕСТА

Для удобства организации рабочих мест измерительный блок тестера и установочные площадки для подключения реле монтируются на специальном рабочем столе, поставляемом в комплекте с тестером. Фото рабочего места (поста) оператора представлено на рисунке 2.

Предусмотрена возможность контроля электромагнитных реле на одном или на двух измерительных постах с обеспечением независимо-поочередного контроля реле, в том числе двух разных типов.

Каждый пост оператора оснащён крышкой с блокировкой для защиты

Таблица 1. Основные технические характеристики и функциональные возможности тестера FORMULA® R

Наименование параметра	Диапазоны / значения	Погрешности
Сопротивление обмотки	3 Ом...100 кОм	±1%
Сопротивление цепи контактов при токе через контакты 0,1...100 мА	1 МОм...100 Ом	±(1%+0,01 Ом)
Ограничение напряжения на разомкнутых контактах	±0,03 В...±8 В	±(1%+3 мВ)
Напряжение срабатывания и отпускания	0,1...120 В	±(1%+10 мВ)
Ток срабатывания и отпускания	0,1...500 мА	±(1%+20 мкА)
Сопротивление изоляции токоведущих цепей реле при напряжении 80...750 В	5 МОм...10 ГОм	±3%
Время срабатывания и время отпускания	0,03...300 мс	±(1%+3 мкс)
Время дребезга контактов при срабатывании и при отпуске	0,01...300 мс	±(1%+2 мкс)
Время разновременности срабатывания и отпускания контактов	0...300 мс	±(1%+2 мкс)
Время перелёта контактов при срабатывании и отпуске	0...300 мс	±(1%+2 мкс)
Время перекрытия (тройника) контактов при срабатывании и отпуске	0...300 мс	±(1%+2 мкс)
Время стабилизации контактов	0,1 ... 100 мс	±(1%+0,1 мс)
Амплитуда ЭДС самоиндукции	0,1 ... 140 В	±(2%+50 мВ)
Подача управляющего тока и (или) напряжения на обмотки реле	По программируемой импульсно-ступенчатой циклограмме	
Метод подключения контролируемого реле	4-проводная схема подключения	
Количество установочных площадок	До двух. Могут размещаться на одном или двух отдельных рабочих местах	
Производительность на 1 рабочем месте	Более 1500 реле за смену	

Примечание: в соответствии с описанием типа средств измерений №39604

Таблица 2. Организационно-технические преимущества и экономические выгоды использования тестера FORMULA® R

Организационно-технические преимущества	Экономические выгоды
Полная готовность оборудования к эксплуатации в соответствии с нормативными требованиями к измерениям	Исключение затрат на внедрение
Автоматизация всех стадий измерительного процесса и управления данными	Исключение затрат на инженерно-технический и обслуживающий персонал
Дружественное программное обеспечение	
Автоматическая диагностика	
Полный цикл технической и сервисной поддержки производителя на весь срок эксплуатации	Исключение затрат на создание и содержание дополнительных рабочих мест
Полное соответствие требованиям проверки реле по ГОСТ 16121-86 и ГОСТ РВ 5945-002-2008	
Надёжность в круглосуточном режиме работы и наличие двух рабочих мест	
Возможность работы с автозагрузчиками	Выполнение максимальных объёмов контроля реле

от высокого напряжения. Для удобства работы предусмотрены кнопки запуска измерений «Пуск» на каждом poste под правую и левую руки.

Для обеспечения безошибочного контроля действия оператора предельно ограничены и включают только взаимодействие с кнопкой «Пуск» и световой панелью индикации. На панели

индикации отображаются состояния: «Идут измерения», «Нет контакта», а также результаты «Годен» или «Брак».

Все результаты измерений автоматически документируются в базе данных тестера, а также, посредством подключения к информационной системе контроля качества iLForm, транслируются на рабочее место сопровождаю-



**ТЕХНОЛОГИЯ
КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА
ЭЛЕКТРОННЫХ
КОМПОНЕНТОВ**

Лаборатория входного контроля под ключ



iLForm

www.FORM.RU

переносом данных из ТУ на испытуемое реле в таблицу «Редактор измерительной программы» (см. рис. 4). Время подготовки одной программы составляет не более 10 минут: требуется просто ввести режимы тестирования и ожидаемые результаты.

Все тесты реле с указанными в них параметрами автоматически объединяются в одну измерительную программу, которую можно сразу же выполнить на объекте контроля, как полностью, так и в пошаговом режиме.

Удобство программного инструментария тестера FORMULA® R для создания тестов позволяет инженеру сосредоточиться на самом главном – особенностях работы объекта контроля и эффективном решении вопросов обеспечения качества проверяемых электромагнитных реле.

Документирование данных и результатов

Управление процессом тестирования включает автоматическое документирование данных, которые используются для подтверждения соответствия или несоответствия проверенного компонента требованиям ТУ или ТЗ. Текстовые протоколы формируются с разным уровнем детализации: от результатов разбраковки «Годен» / «Брак» до комплексных отчетов о режимах и результатах измерений по каждому реле и по каждому параметру (см. рис. 5).

При этом возможно формирование статистических отчетов за любой период по партиям, по типам реле, а также по другим критериям, перечень которых определяет потребитель.

Протоколы автоматически сохраняются в текстовом или WORD-файле, легко преобразуются в типовые формы, принятые на предприятии потребителя, и служат документальной и метрологической основой для управления отклонениями на производстве, а на входном контроле – как основание для рекламационной работы.

Предусмотрена online-трансляция данных в специализированную информационную систему контроля качества и прослеживаемости iLForm, а также в иные информационные системы предприятия, выполненные в соответствии со стандартами CALS.

Средства анализа и визуализации

Инструменты и формы визуальной интерпретации данных об измерениях,

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
4	Табельный номер: Иванов												
5	Номер партии: 12-456												
6	Путь к ИП: D:\RELE_FILES\Prog\TP\PC45-1-41.prg												
7	Измерительная программа												
8	1 Пров.конт.												
9	2	Робм 1	960	640 Ом	Уобм	2 В	Юобм	1 мА					
10	3	Робм 3	960	640 Ом	Уобм	2 В	Юобм	1 мА					
11	4	Рк НЗК 1 обм 1	0,1	0 Ом	Уконт	6 В	Юконт	10 мА					
12	5	Рк НРК 1 обм 1	0,1	0 Ом	Уконт	6 В	Юконт	10 мА					
13	6	Рк НЗК 2 обм 1	0,1	0 Ом	Уконт	6 В	Юконт	10 мА					
14	7	Рк НРК 2 обм 1	0,1	0 Ом	Уконт	6 В	Юконт	10 мА					
15	8	Уср обм 1	15	9 В	Уобм	21,6 В	Юобм	100 мА					
16	9	Уотт обм 3	15	9 В	Уобм	21,6 В	Юобм	100 мА					
17	10	Ризол.	200 МОм	Уовв	180 В								
18	11	Трп КГ 1 обм 1	5	0 мс	Уобм	21,6 В	Юобм	100 мА					
19	12	Тотп КГ 1 обм 1	5	0 мс	Уобм	21,6 В	Юобм	100 мА					
20	13	Трп КГ 2 обм 1	5	0 мс	Уобм	21,6 В	Юобм	100 мА					
21	14	Тотп КГ 2 обм 1	5	0 мс	Уобм	21,6 В	Юобм	100 мА					
22	Результаты измерений												
23			Пров.конт	Робм 1	Робм 3	Рк НЗК 1	Рк НРК 1	Рк НЗК 2	Рк НРК 2	Уср обм 1	Уотт обм	Ризол.	
24	1	9:14:13	Годен	803,983	810,848	0,0458	0,0512	0,0492	0,0481	13,2	13,2	25911,44	
25	2	9:14:30	Годен	808,199	814,53	0,0453	0,0521	0,0499	0,0457	13,2	13,2	26242,67	
26	3	9:15:00	Годен	810,889	814,1	0,0461	0,0519	0,0489	0,0453	14,4	13,2	25706,94	
27	4	9:15:15	Годен	811,798	817,227	0,0459	0,052	0,0498	0,0465	13,2	13,2	27791,08	

Рис. 5. Фрагмент протокола измерений

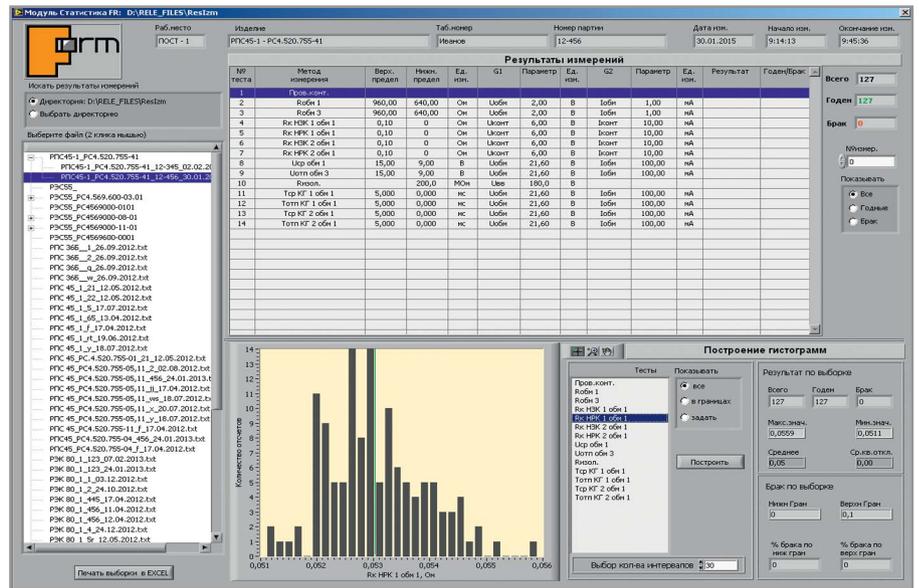


Рис. 6. Интерфейс модуля «Статистика»

разработанные для тестера реле, существенно облегчают анализ отклонений и ускоряют выявление их источников.

Программный блок «Статистика» позволяет строить гистограммы и графики по результатам измерения разных партий и типов реле за требуемый период с возможностью анализа отклонений по заданным параметрам. На рисунке 6 показан интерфейс модуля «Статистика».

Встроенный осциллограф высокого разрешения помогает сделать визуальную оценку переходных процессов, происходящих на контактах испытуемого реле, а также исследовать поведение измеряемого реле (см. рис. 7):

- выявлять скрытые дефекты настройки электромеханической системы и контактной системы реле;
- оценивать стабильность параметров реле.

Высокая информативность и наглядность осциллографических методов (см. рис. 8) в сочетании с программным инструментарием тестера делают их такими же доступными потребите-

лю, как и стандартные методы измерений.

Циклограммы – третий важнейший инструмент тестера для графической интерпретации измерений.

Впервые пользователю предоставляется возможность самостоятельно задавать различные формы циклограмм с помощью редактора циклограмм (см. рис. 9), что позволяет:

- отслеживать во времени результаты отклонений в технологии изготовления и настройки реле с заданной точностью;
- проводить дополнительные исследования поведения реле при различных формах управляющего напряжения на обмотках.

Кроме этого, пользователю предлагается встроенная библиотека прецизионных типовых циклограмм.

Автоматизация сервиса и метрологического обслуживания

Сервисный комплекс ПО тестера FORMULA® R охватывает все стороны



Рис. 7. Отображение на встроенном осциллографе процесса приработки контактов реле

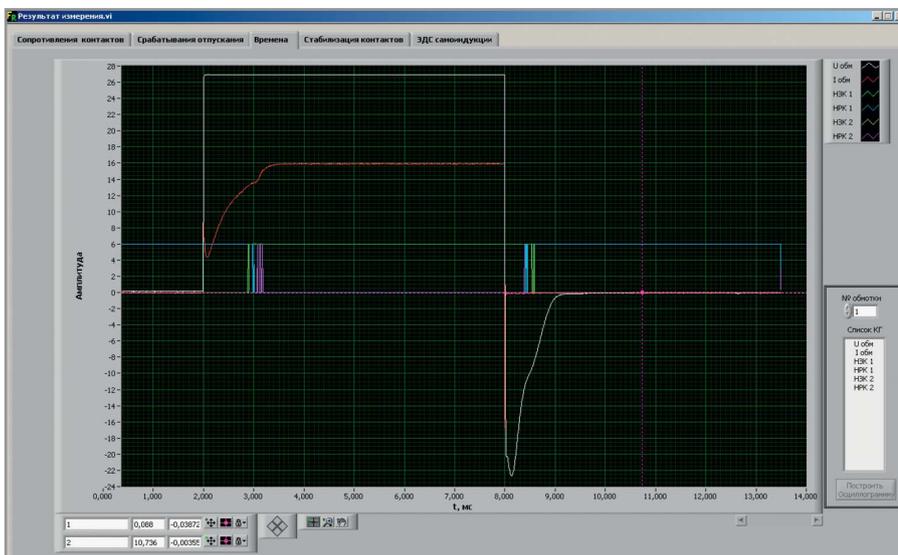


Рис. 8. Осциллограммы зависимости напряжения и тока питания обмотки от переключения контактных групп

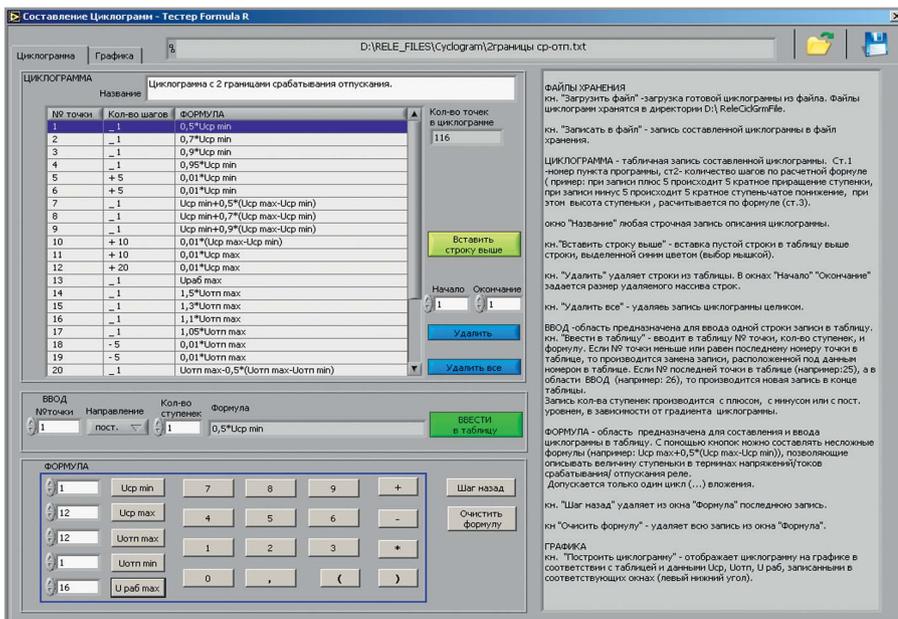


Рис. 9. Составление циклограммы с помощью редактора

эксплуатации прибора, включая контроль работоспособности оборудования, локализацию неисправностей и проверку метрологического соответствия. Обеспечивается управление диагностикой и калибровкой тестера, автоматическое формирование протоколов калибровки/поверки (см. рис. 10).

В результате время на обслуживание оборудования удастся предельно сократить и при этом дать полную уверенность в правильности результатов измерений.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ОСНАСТКА: ТЕСТОВЫЕ РЕШЕНИЯ TestBox®

Замещая оборудование предыдущего поколения, тестер FORMULA® R обеспечивает конструктивную совместимость с измерительной оснасткой советских тестеров «Аккорд» и «Спектр». Это позволяет обладателям старого оборудования приступить к работе на FORMULA® R без затрат на производство контактных устройств.

В комплект поставки тестера включены полные инструкции и документация по самостоятельной разработке потребителем оснастки для подключения измеряемых реле.

С целью скорейшего внедрения тестера и получения отдачи на инвестиции ФОРМ предлагает использовать готовые и заказные тестовые решения TestBox® для измерений конкретных исполнений реле.

Тестовое решение TestBox® (см. рис. 11) является аттестованным программно-аппаратным комплексом, который включает: специализированную оснастку для подключения конкретного типа реле; диск с программой контроля реле; паспорт с руководством оператора и гарантию производителя.

Качество тестовых решений TestBox® определяется их соответствием нормативной документации на ЭКБ, техническим требованиям и спецификациям заказчика.

Тестовые решения TestBox® поставляются как в составе поставки прибора, так и отдельно от поставки, в любое время на протяжении жизненного цикла оборудования.

СРЕДСТВА ИНТЕГРАЦИИ С ВНЕШНИМ ОБОРУДОВАНИЕМ И ИТ-СИСТЕМАМИ

Для управления внешним оборудованием в тестере имеется порт I²C с автономным питанием. В соответствии с задачами потребителей производится разработка специализиро-

ванных рабочих мест с подключением внешних приборов, а также интеграция с испытательным оборудованием.

Для выполнения требований прослеживаемости измерений рабочие места на основе тестеров FORMULA® подключаются к информационной базе данных iLForm, а также к IT-системам предприятия, поддерживающим стандарты CALS.

Качество тестера FORMULA® R

Качество тестера реле определяется следующими важнейшими критериями.

1. Соответствие метрологическому законодательству РФ: характеристики тестеров метрологически обеспечены при производстве и эксплуатации, подтверждены государственными испытаниями на утверждение типа средств измерений.

Калибровка и поверка тестеров проводятся в отношении всех заявленных в описании типа СИ параметров оборудования и выполняются согласно методике поверки, утверждённой уполномоченным органом Росстандарта. Метрологические процедуры выполняются в собственной аккредитованной калибровочной лаборатории предприятия-изготовителя.

Первичную, периодическую и внеочередную поверку тестера производит ФГУП «ВНИИФТРИ» либо иной уполномоченный орган системы РосТехрегулирования.

2. Современная технология проектирования и производства тестеров соответствует регламентам системы менеджмента качества СМК по ГОСТ ISO 9001-2011. Бизнес-процессы разработки, производства, поставки и обслуживания тестеров FORMULA® R, а также обучения и поддержки потребителей регламентированы и выполняются подразделениями предприятия ФОРМ с соблюдением указанных требований, что подтверждается результатами ежегодного инспекционного контроля СМК с 2009 года.

3. Наличие полного комплекта КД на тестеры с литерой «O1» обеспечивает поддержку всех этапов жизненного цикла прибора.

Качество тестеров FORMULA® R подтверждено результатами испытаний:

- на утверждение типа средств измерений с включением в ГосРеестр СИ;
- на электробезопасность и электромагнитную совместимость;
- на климатические воздействия в диапазоне температур и на транспортную тряску;

Зав.№	№ п.п.	№ инв.	Контрольные точки определения характеристик: тестера	Заданное значение	Измеренное значение тестером	Измеренное значение средним поверки	Допуск	Начная граница допуска	Верхняя граница допуска	Результат
652	1	5	Напряжение ИВБ (УП), ИРК 1, 80 В	80 В	-	78,9 В	±(3,0%+1,0 В)	76,6 В	83,4 В	Годен
	4	6	Напряжение ИВБ (УП), ИРК 1, 220 В	220 В	-	218,5 В	±(2,0%+1,0 В)	214,6 В	225,4 В	Годен
	6	7	Напряжение ИВБ (УП), ИРК 1, 450 В	450 В	-	446,9 В	±(1,0%+1,0 В)	444,5 В	455,5 В	Годен
	8	8	Напряжение ИВБ (УП), ИРК 1, 750 В	750 В	-	742,9 В	±(1,0%+1,0 В)	741,5 В	750,5 В	Годен
	9	53	Напряжение ИВБ (УП), Обмотка 1, 80 В	80 В	-	78,9 В	±(3,0%+1,0 В)	76,6 В	83,4 В	Годен
	11	54	Напряжение ИВБ (УП), Обмотка 1, 220 В	220 В	-	218,5 В	±(2,0%+1,0 В)	214,6 В	225,4 В	Годен
	12	55	Напряжение ИВБ (УП), Обмотка 1, 450 В	450 В	-	446,9 В	±(1,0%+1,0 В)	444,5 В	455,5 В	Годен
	14	56	Напряжение ИВБ (УП), Обмотка 1, 750 В	750 В	-	742,9 В	±(1,0%+1,0 В)	741,5 В	750,5 В	Годен
	16	1	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 5 Мом, 200 В, 50 нА	5 Мом	-	5,0 Мом	±(5%+0)	4,8 Мом	5,2 Мом	Годен
	17	2	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 10 Мом, 200 В, 50 нА	10 Мом	-	10,0 Мом	±(5%+0)	9,7 Мом	10,3 Мом	Годен
	18	3	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 20 Мом, 200 В, 50 нА	20 Мом	-	20,0 Мом	±(5%+0)	19,4 Мом	20,6 Мом	Годен
	19	4	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 50 Мом, 100 В, 5 нА	50 Мом	-	49,7 Мом	±(5%+0)	47,5 Мом	52,5 Мом	Годен
	20	5	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 100 Мом, 200 В, 5 нА	100 Мом	-	99,6 Мом	±(5%+0)	97,0 Мом	103,0 Мом	Годен
	21	6	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 200 Мом, 200 В, 5 нА	200 Мом	-	199,9 Мом	±(5%+0)	194,9 Мом	205,0 Мом	Годен
	22	7	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 500 Мом, 100 В, 5 нА	500 Мом	-	499,9 Мом	±(5%+0)	475,0 Мом	525,0 Мом	Годен
	23	8	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 100 Мом, 200 В, 5 нА	100 Мом	-	99,6 Мом	±(5%+0)	95,0 Мом	105,0 Мом	Годен
	24	9	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 100 Мом, 200 В, 5 нА	100 Мом	-	99,9 Мом	±(5%+0)	95,0 Мом	105,0 Мом	Годен
	25	10	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 100 Мом, 200 В, 5 нА	100 Мом	-	99,9 Мом	±(5%+0)	95,0 Мом	105,0 Мом	Годен
	26	11	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 100 Мом, 200 В, 5 нА	100 Мом	-	99,9 Мом	±(5%+0)	95,0 Мом	105,0 Мом	Годен
	27	12	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 100 Мом, 200 В, 5 нА	100 Мом	-	99,9 Мом	±(5%+0)	95,0 Мом	105,0 Мом	Годен
	28	13	Сопротивление изоляции (УП), Обмотка 1, 100 Мом, 200 В, 5 нА	100 Мом	-	99,9 Мом	±(5%+0)	95,0 Мом	105,0 Мом	Годен

Рис. 10. Фрагмент автоматически генерируемого протокола поверки



Рис. 11. Тестовое решение TestBox®

- широкой валидацией функциональных и параметрических характеристик тестеров в эксплуатации на производстве реле, в испытательных центрах и на входном контроле;
- многолетним опытом производства, применения и сопровождения в эксплуатации.

4. Качество каждого экземпляра тестера обеспечивается тщательным отбором его компонентов и материалов, а также современным уровнем автоматизации монтажа и контроля узлов. Соответствие произведённой продукции подтверждается всесторонними испытаниями каждого узла и прибора в целом по утверждённым программам и методикам испытаний, включая финишные процедуры калибровки и поверки средства измерений.

5. Положительный опыт применения тестера подтверждён успешной эксплуатацией на предприятиях-производителях электромагнитных реле, на входном контроле, в испытательных центрах и лабораториях.

СОСТАВ ТЕСТЕРА

Тестеры FORMULA® R имеют модульную архитектуру и предусматривают заказное аппаратно-программное конфигурирование в соответствии с вариантами исполнения, указанными в описании типа СИ.

Состав каждого экземпляра тестера определяется на основе анализа задач, требований и пожеланий потребителя и отражается в спецификации поставки, а также в паспорте каждого экземпляра прибора. По желанию потребителя в поставку опционально включаются типовые и заказные тестовые решения TestBox для выполнения измерений и испытаний электромагнитных реле, а также дополнительное оснащение рабочего места техническими средствами эргономики.

В состав поставки входит полная эксплуатационная и метрологическая документация: «Руководство по эксплуатации», «Свидетельство об утверждении типа СИ», «Методика поверки» и «Свидетельство о первичной поверке».