



**Закрывтое Акционерное Общество «АКТИ-Мастер»**  
**АКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА**

127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5  
тел./факс (495)926-71-85 E-mail: [post@actimaster.ru](mailto:post@actimaster.ru)  
<http://www.actimaster.ru>

**УТВЕРЖДАЮ**

**Генеральный директор  
ЗАО «АКТИ-Мастер»**



**В.В. Федулов**

**20 октября 2017 г.**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Анализаторы цепей векторные  
MS46122B, MS46322B, MS46522B, MS46524B**

**Методика поверки  
MS46000B/МП-2017**

**Заместитель генерального директора  
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»**

**Д.Р. Васильев**

**г. Москва  
2017**

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы цепей векторные MS46122B, MS46322B, MS46522B, MS46524B, изготавливаемые фирмой "Anritsu Company", США (далее – приборы), и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

№	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
			первичной	периодической
1	Внешний осмотр	7.2	да	да
2	Опробование и идентификация	7.3	да	да
3	Определение метрологических характеристик	7.4		
3.1	Определение погрешности установки частоты генератора	7.4.1	да	да
3.2	Определение погрешности измерения S-параметров	7.4.2	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

2.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, эталонные средства измерений поз. 1.1 – 1.3 таблицы 2 поверены и иметь документы о поверке.

2.3 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается использовать другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых приборов с требуемой точностью.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его метрологические характеристики
1	2	3	4
1 Эталонные средства измерений			
1.1	Стандарт частоты	7.4.1	Стандарт частоты рубидиевый Stanford Research FS725, рег. № 31222-06. Относительный годовой дрейф частоты 10 MHz при температуре (23 ± 3) °C не более $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ ; уровень сигнала +7 dBm
1.2	Частотомер	7.4.1	Частотомер универсальный Tektronix FCA3003, рег. № 51532-12. Разрешение 0.01 Hz на частоте 1 GHz; внешняя синхронизация 10 MHz

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
1.3	Набор мер коэффициентов отражения и передачи	7.4.2	<p>Для моделей с опцией 010:  Набор мер коэффициентов передачи и отражения Anritsu 3663-1 рег. № 60436-15, в составе:  - аттенюаторы с номинальными значениями ослабления <math>(20 \pm 0,8)</math> dB, <math>(50 \pm 1,5)</math> dB и коэффициентом отражения не более 0,15;  - согласованная воздушная коаксиальная линия (50 <math>\Omega</math>);  - рассогласованная воздушная коаксиальная линия (25 <math>\Omega</math>);  - USB флеш-накопитель с данными действительных значений характеристик  метрологические характеристики:  диапазон частот от 0,01 до 18 GHz;  пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений:  модуля коэффициента передачи аттенюаторов от <math>\pm 0,05</math> до <math>\pm 0,15</math> dB;  фазы коэффициента передачи аттенюаторов от <math>\pm 0,8</math> до <math>\pm 1,5</math> °;  модуля коэффициента отражения аттенюаторов от <math>\pm 0,005</math> до <math>\pm 0,008</math>;  фазы коэффициента отражения <math>\Gamma</math> аттенюаторов <math>\pm [(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta\Gamma/ \Gamma )]</math>;  модуля коэффициента передачи коаксиальных линий от <math>\pm 0,08</math> до <math>\pm 0,12</math> dB;  фазы коэффициента передачи коаксиальных линий от <math>\pm 1,0</math> до <math>\pm 1,5</math> °;  модуля коэффициента отражения <math>\Gamma</math> коаксиальных линий на частотах от 0,01 до 10 GHz:  <math>\pm (0,008 + 0,005 \cdot \Gamma + 0,01 \cdot \Gamma^2)</math>;  на частотах свыше 10 до 18 GHz:  <math>\pm (0,01 + 0,007 \cdot \Gamma + 0,015 \cdot \Gamma^2)</math>;  фазы коэффициента отражения <math>\Gamma</math> коаксиальных линий <math>\pm [(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta\Gamma/ \Gamma )]</math>.</p> <p>Для моделей с опциями 020, 040  Набор мер коэффициентов передачи и отражения Anritsu 3668-1 рег. № 58910-14, в составе:  - аттенюаторы с номинальными значениями ослабления <math>(20 \pm 0,8)</math> dB, <math>(50 \pm 1,5)</math> dB и коэффициентом отражения не более 0,15;  - согласованная воздушная коаксиальная линия;  - рассогласованная воздушная коаксиальная линия;  метрологические характеристики:  - диапазон частот от 0,01 до 40 GHz;  - USB флеш-накопитель с данными действительных значений характеристик.  пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений:  модуля коэффициента передачи аттенюаторов от <math>\pm 0,05</math> до <math>\pm 0,15</math> dB;</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
			фазы коэффициента передачи аттенуаторов от $\pm 0,5$ до $\pm 1,5$ °; модуля коэффициента отражения аттенуаторов от $\pm 0,005$ до $\pm 0,01$ ; фазы коэффициента отражения $\Gamma$ аттенуаторов $\pm [(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta\Gamma/\Gamma)]$ ; модуля коэффициента передачи коаксиальных линий от $\pm 0,05$ до $\pm 0,1$ dB; фазы коэффициента передачи коаксиальных линий от $\pm 0,8$ до $\pm 1,5$ °; модуля коэффициента отражения $\Gamma$ коаксиальных линий на частотах от 0,01 до 18 GHz: $\pm (0,006 + 0,002 \cdot \Gamma + 0,007 \cdot \Gamma^2)$ ; на частотах свыше 18 до 30 GHz: $\pm (0,008 + 0,002 \cdot \Gamma + 0,009 \cdot \Gamma^2)$ ; на частотах свыше 30 до 40 GHz: $\pm (0,01 + 0,003 \cdot \Gamma + 0,012 \cdot \Gamma^2)$ ; фазы коэффициента отражения $\Gamma$ коаксиальных линий $\pm [(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta\Gamma/\Gamma)]$ .
<b>2 Кабели, переходы, принадлежности</b>			
2.1	Кабель ВЧ	7.4.1	BNC(m,m)
2.2	Кабель СВЧ	7.4.1	N(m,m)
2.3	Переход	7.4.1	N(f)-K(f)
2.4	Калибровочный набор	7.4.2	для моделей с соединителем N-типа: Thru/Open/Short/Load TOSLN50A-18, TOSLNF50A-18 для моделей с соединителем K-типа: Thru/Open/Short/Load TOSLK50A-40, TOSLKF50A-40
2.5	Переходы	7.4.2	для моделей с соединителем N-типа: N(m)-K(m), N(m)-K(f) для моделей с соединителем K-типа: K(m)-K(f), K(f)-K(f)
2.6	Кабель СВЧ	7.4.2	K(f)-K(m)
<b>3 Компьютер, ПО и принадлежности к компьютеру</b>			
3.1	Компьютер	7.4.2	Операционная система: Windows 7 Интерфейс: Ethernet, RJ-48 Программное обеспечение: National Instruments VISA версия 4.4.1 и выше
3.2	Кабель интерфейсный	7.4.2	USB A to USB mini для MS46122B RJ45-RJ45 («витая пара») для MS46322B, MS4652xB
<b>4 Программное обеспечение (ПО)</b>			
4.1	ПО поверки	7.4.2	Performance Verification Software (PVS)

2.4 При использовании поверочного набора поз. 1.3 таблицы 2 рекомендуется использовать ПО поверки поз. 4.1 таблицы 2 для выполнения операции 7.4.2 в полуавтоматическом режиме.

При использовании альтернативного поверочного набора для операции 7.4.2 данная операция может выполняться в ручном режиме.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, имеющие практический опыт в области радиотехнических измерений.

### **4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения прибора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение прибора и оборудования к сети должно производиться с помощью кабеля или адаптера прибора и сетевых кабелей, предназначенных для данного оборудования;
- заземление прибора должно производиться посредством заземляющего провода прибора или сетевого адаптера;
- присоединения прибора и оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать с прибором при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с прибором в условиях температуры и влажности, выходящих за допустимые значения, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с прибором в случае обнаружения его повреждения.

### **5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды  $23 \pm 3$  °С;
- относительная влажность от 30 до 50 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа.

5.2 При выполнении операции 7.4.2 следует придерживаться следующих требований:

- убедиться в качестве и чистоте разъемов прибора и поверочного оборудования;
- свести к минимуму вибрацию, движение оборудования и соединительных кабелей.

### **6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

6.1 Перед началом поверки следует изучить руководство по эксплуатации прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2 Выполнить присоединение компьютера с монитором (для прибора MS46122B) или монитора (для приборов MS46322B, MS46522B, MS46524B) в соответствии указаниями руководства по эксплуатации.

6.3 Для прибора MS46122B выполнить установку программного продукта ShockLine из комплекта прибора на компьютер.

6.4 Запустить программу ShockLine, и убедиться в отображении на дисплее виртуальной панели прибора.

6.5 Используемые средства поверки и прибор (через сетевой адаптер из комплекта прибора для модели MS46122B) подключить к сети ( $220 \pm 10$ ) В; ( $50 \pm 0,5$ ) Гц и выдержать во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

Минимальное время прогрева прибора 45 минут.

6.6 Выполнить установку программного продукта "Performance Verification Software" на внешнем ПК (п. 4.1 Таблицы 2).

6.7 Убедиться в том, что на USB флеш-накопителе, входящим в комплект поверочного набора поз. 1.3 таблицы 2, имеется файл в формате таблицы Excel, содержащий действительные значения модуля и фазы S-параметров ( $S_{11}$ ,  $S_{22}$ ,  $S_{21}$ ,  $S_{22}$ ) компонентов поверочного набора на частотах, указанных в таблицах 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1 – Значения частот для поверочного набора 3663-1, GHz

0.001	0.01	0.1	1	2	3	4	5	6	7	8
-------	------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---

Таблица 6.2 – Значения частот для поверочного набора 3668-1, GHz

0.001	0.01	0.1	1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	36	38	39	40	

Указанные в таблице Excel значения должны соответствовать данным, содержащимся в протоколе последней поверки поверочного набора. При наличии влияющих на точность измерений расхождений следует записать и сохранить в файле Excel данные из протокола последней поверки.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

7.1.1 Операция 7.4.1 выполняется в ручном режиме.

Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые соответствуют значениям погрешностей, указанным в описании типа прибора.

7.1.2 Операцию 7.4.2 (поз. 3.2 таблицы 1) рекомендуется выполнять в полуавтоматическом режиме под управлением программы “Performance Verification Software” с использованием поверочного набора поз. 1.3 таблицы 2.

В процессе выполнения операции необходимо следовать указаниям на панели программы, используя соответствующие элементы поверочного набора.

После завершения процедуры на компьютере будет сформирован отчет.

Результаты по каждой операции даются в крайнем правом столбце таблиц отчета:

- положительный результат – “PASS”;
- отрицательный результат – “FAIL”.

7.1.3 При использовании поверочного набора, альтернативного указанному в таблице 2, операция 7.4.2 (поз. 3.2 таблицы 1) может выполняться в ручном режиме в соответствии с руководством по эксплуатации данного поверочного набора. Измерения рекомендуется проводить на частотах, близких к значениям, указанным в пункте 6.7. Результаты измерений должны укладываться в пределы допускаемых значений, указанных в описании типа прибора.

7.1.4 При наличии отрицательных результатов по операциям поверки необходимо тщательно проверить качество и чистоту разъемов, правильность соединений, и повторить операции.

При повторном отрицательном результате прибор следует направить в сервисный центр для проведения регулировки и/или ремонта.

## 7.2 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.2.1 При проведении внешнего осмотра прибора проверяются:

- чистота и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора);
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- комплектность прибора.

7.2.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации прибора, его следует направить в сервисный центр для проведения ремонта.

## 7.3 ОПРОБОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ

7.3.1 Выполнить заводскую установку прибора, для чего в верхней панели меню программы кликнуть на клавишу [Utilities], выбрать “Preset”.

При выполнении операции не должно появиться сообщений об ошибках.

7.3.2 В верхней панели программы меню кликнуть на клавишу [Help], выбрать “About Anritsu Shock Line”.

На дисплее должны отобразиться наименование прибора, установленные опции, версия программного обеспечения (Software), серийный номер прибора.

Записать в таблицу 7.3 результаты проверки идентификационных данных.

Нажать клавишу [Esc].

Таблица 7.3 – Опробование и идентификация

Содержание проверки	Результат проверки	Критерий проверки
идентификация: [Utilities], “Preset”		
правильность выполнения заводской установки		сообщений об ошибках нет
проверка идентификации: [About], “Shock Line Info”		
отображение наименования модели и серийного номера		наименование модели и серийный номер отображаются правильно
отображение номера версии ПО (Software Version)		номер версии должен быть не ниже 2017.6.1

## 7.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

### 7.4.1 Определение погрешности установки частоты генератора

7.4.1.1 Выполнить соединения оборудования.

Соединить кабелем BNC(m-m) вход “Ref In” частотомера с выходом “10 MHz” стандарта частоты.

Соединить кабелем N(m-m) разъем “Port 1” прибора с входом канала “C” частотомера.

Для моделей с соединителем K-типа использовать переход N(f)-K(f), который следует установить на разъем “Port 1”.

7.4.1.2 Выполнить на приборе следующие установки:

[Utilities], Preset; [Main], Frequency, Start Freq 1 GHz, Stop Freq 1 GHz

7.4.1.3 Записать измеренное частотомером значение частоты в столбец 2 таблицы 7.4.1.

Таблица 7.4.1 – Погрешность установки частоты генератора

Нижний предел допусаемых значений частоты, Hz	Измеренное значение частоты, Hz	Верхний предел допусаемых значений частоты, Hz
1	2	3
$F_0 - \Delta F$		$F_0 + \Delta F$

7.4.1.4 Рассчитать пределы допусаемых значений, указанных в столбцах 1 и 3 таблицы 7.4.1 по следующим данным:

$$F_0 = 1 \text{ GHz}; \Delta F = F_0(\delta_0 \cdot F + N \cdot \delta_N \cdot F); \delta_N = \pm 1 \cdot 10^{-6};$$

N – количество полных лет после выпуска из производства или подстройки;

$\delta_0 = \pm 1 \cdot 10^{-6}$  для MS46122B, MS46322B,  $\delta_0 = \pm 1 \cdot 10^{-7}$  для MS46522B, MS46524B.

## 7.4.2 Определение погрешности измерения S-параметров

7.4.2.1 Необходимые соединения (производятся перед выполнением шага «Калибровка» в п. 7.4.2.5 ниже):

Для моделей с соединителем N-типа:

- установить на разъемы кабеля СВЧ K(f)-K(m) переходы N(m)-K(m) и N(m)-K(f);
- подсоединить кабель СВЧ с переходами к разъему “Port 2” прибора.

Для моделей с соединителем K-типа:

- присоединить разъем K(f) кабеля СВЧ K(f)-K(m) к разъему “Port 2” прибора, установить на свободный разъем кабеля переход K(f)-K(m);
- установить на “Port 1” прибора переход K(f)-K(f).

7.4.2.2 Соединить интерфейсным кабелем внешний компьютер с прибором.

Для моделей MS46122B использовать кабель “USB A - USB mini”.

Для моделей MS46322B, MS4652xB использовать кабель «витая пара» с разъемами RJ45.

7.4.2.3 Для модели MS46122B запустить управляющее ПО «ShockLine» с рабочего стола внешнего компьютера.

Для прочих моделей перейти к пункту 7.4.2.4.

7.4.2.4 Запустить программу “Performance Verification Software” на внешнем компьютере, выбрать соответствующий интерфейс:

- TCP/IP Socket (для приборов MS46122B);
- TCP/IP (для моделей MS46322B и MS4652xB).

Ввести в поле “Address” соответствующий IP адрес прибора:

- для моделей MS46122B необходимо задать IP адрес «127.0.0.1» и номер порта «5001»;
- для моделей MS46322B и MS4652xB назначение IP адреса осуществляется в меню прибора в управляющем ПО ShockLine: Utilities – System – Network Interface.

Нажать экранную клавишу “Start Session”.

Убедиться в том, что установлено взаимодействие компьютера с прибором (в окне программы отображается модель прибора, серийный номер и интерфейс).

7.4.2.5 Выбрать “Initialization”, “Calibration”, “Verification”, установкой соответствующих флажков, и запустить выполнение проверки клавишей “Run Test”. Если выбор полей “Calibration” и/или “Verification” не возможен (поля не активны), необходимо ввести данные соответствующих компонентов калибровочного и поверочного наборов в интерфейсе утилиты “Asset Utility” ([Utilities] – Asset Utility).

7.4.2.6 Следовать указаниям на панели программы для выполнения операций поверки, подсоединяя элементы калибровочного набора и поверочного набора мер коэффициентов передачи и отражения.



- 7.4.2.7 В процессе поверки последовательно выполняются операции:
- инициализация (проверка серийного номера прибора и загрузка данных поверочного набора с USB флеш-накопителя);
  - калибровка с использованием калибровочного набора;
  - S-параметры аттенюатора 20 dB;
  - S-параметры аттенюатора 50 dB;
  - S-параметры согласованной воздушной коаксиальной линии (50 Ω);
  - S-параметры рассогласованной воздушной коаксиальной линии (50-25-50 Ω).
- Для модели MS46524B операция выполняется последовательно для портов 1 и 2, затем для портов 3 и 4.

7.4.2.8 Проверить, что после окончания процедуры в поле “Verification” отображается результат “PASS”. В окне протоколирования процесса выполнения поверки “Activity Log” – также должны отображаться сообщения “Test PASSED” по всем операциям поверки.

7.4.2.9 Запустить формирование отчета нажав клавишу “View Data/Report”, затем “View Report”.

Сформированный отчет можно экспортировать в файлы формата “pdf”, “scv”, “xls” (MS Excel), “doc” (MS Word), “xml” с результатами измерений и выводами по каждому измерению (PASS/FAIL):

- 20DB OFFSET
- 50DB OFFSET
- AIRLINE
- BEATTY

Пример фрагмента файла отчета дан в приложении 1.

7.4.2.10 При необходимости скопировать файлы с результатами измерений в файл протокола поверки или распечатать его.

## **8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

### **8.1 Протокол поверки**

По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7 настоящего документа.

Допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты поверки (метрологические характеристики) указать на оборотной стороне свидетельства о поверке.

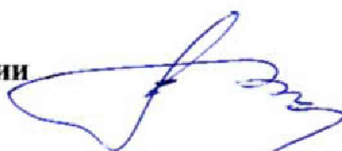
### **8.2 Свидетельство о поверке и знак поверки**

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

### **8.3 Извещение о непригодности**

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

**Ведущий инженер по метрологии  
ЗАО «АКТИ-Мастер»**



**Е.В. Маркин**

**Приложение 1**  
**Пример фрагмента файла отчета (20dB OFFSET)**

**Verification Device: 20 dB Offset**  
**S21 Magnitude**

Frequency (MHz)	Standard (Lin)	Measured (Lin)	Uncertainty (Lin)	EnR (Lin)	In Tolerance
1	0.1006	0.1016	N/A	N/A	N/A
10	0.1007	0.1013	0.0017	0.27	YES
100	0.1006	0.1013	0.0017	0.32	YES
1000	0.1002	0.1008	0.0018	0.26	YES
2000	0.1000	0.1006	0.0019	0.26	YES
3000	0.1000	0.1004	0.0020	0.16	YES
4000	0.0998	0.1002	0.0021	0.15	YES
5000	0.0997	0.1001	0.0022	0.15	YES
6000	0.0996	0.1000	0.0023	0.14	YES
7000	0.0998	0.1000	0.0024	0.07	YES
8000	0.0997	0.0997	0.0025	0.00	YES
9000	0.0996	0.0998	0.0029	0.06	YES
10000	0.0997	0.0998	0.0030	0.03	YES
11000	0.0997	0.0998	0.0031	0.03	YES
12000	0.0996	0.0998	0.0032	0.05	YES
13000	0.0995	0.0997	0.0033	0.05	YES
14000	0.0997	0.0999	0.0034	0.05	YES
15000	0.0997	0.1001	0.0034	0.09	YES
16000	0.0996	0.1000	0.0035	0.09	YES
17000	0.0997	0.1000	0.0036	0.06	YES
18000	0.0998	0.1003	0.0037	0.10	YES
19000	0.0998	0.1000	0.0038	0.04	YES
20000	0.1000	0.1001	0.0038	0.02	YES
21000	0.0999	0.1002	0.0042	0.06	YES
22000	0.1000	0.1001	0.0043	0.02	YES
23000	0.1000	0.1003	0.0044	0.05	YES
24000	0.1003	0.1004	0.0045	0.02	YES
25000	0.1001	0.1004	0.0046	0.05	YES
26000	0.1001	0.1005	0.0047	0.06	YES
27000	0.1000	0.1002	0.0048	0.03	YES
28000	0.1001	0.1001	0.0049	0.00	YES
29000	0.0999	0.1004	0.0050	0.08	YES
30000	0.0999	0.1000	0.0051	0.01	YES
31000	0.1000	0.0998	0.0055	0.03	YES
32000	0.0996	0.0999	0.0056	0.04	YES
33000	0.0994	0.0998	0.0057	0.05	YES
34000	0.0994	0.0991	0.0058	0.04	YES
35000	0.0991	0.0994	0.0059	0.04	YES
36000	0.0986	0.0990	0.0060	0.05	YES
37000	0.0986	0.0990	0.0061	0.05	YES
38000	0.0982	0.0988	0.0062	0.07	YES
39000	0.0980	0.0986	0.0063	0.07	YES
40000	0.0974	0.0980	0.0064	0.07	YES

Note: In or Out of Tolerance criteria is determined from EnR (EnR less than or equal to 1.00 = In Tolerance, EnR greater than 1.00 = Out of Tolerance), where  $EnR = |Ma - Mb| / \sqrt{Ua^2 + Ub^2}$