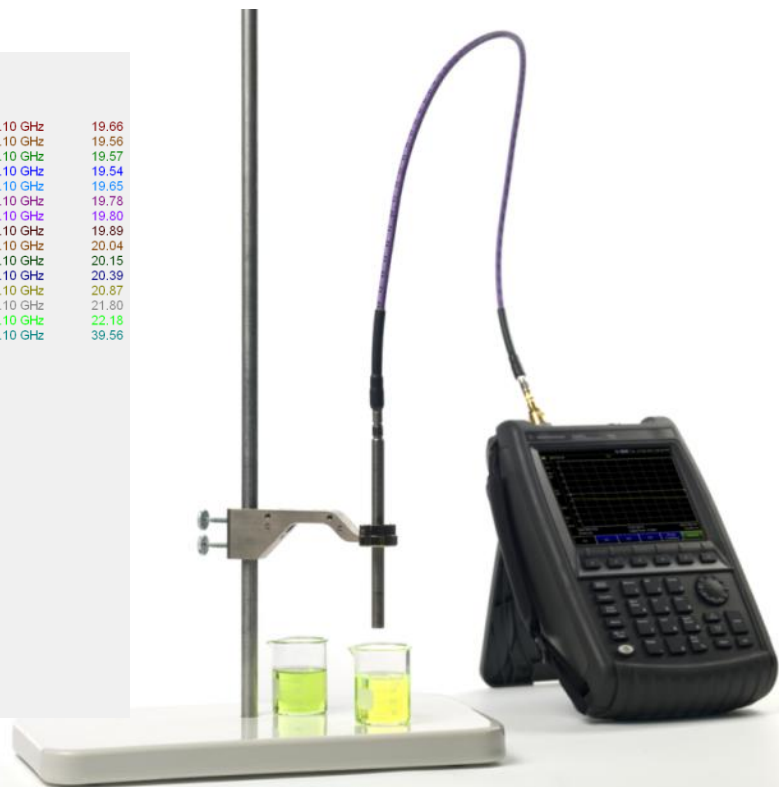
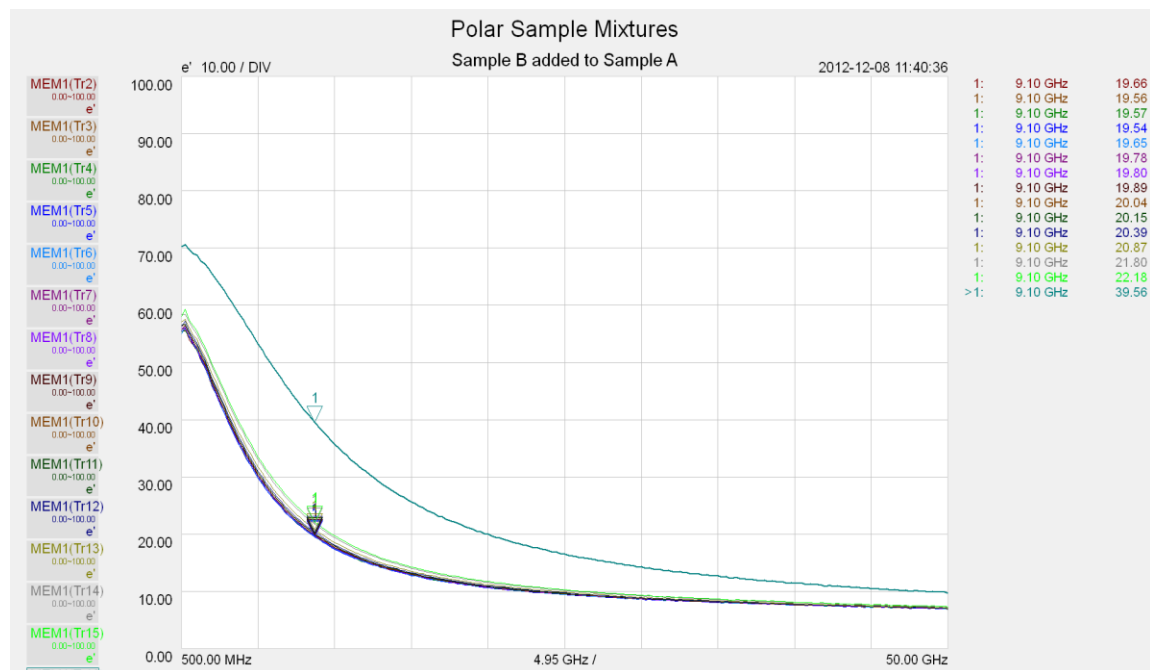


Электромагнитные свойства материалов

Патшин Александр

Alexander_patshin@agilent.com

(495)797-39-55

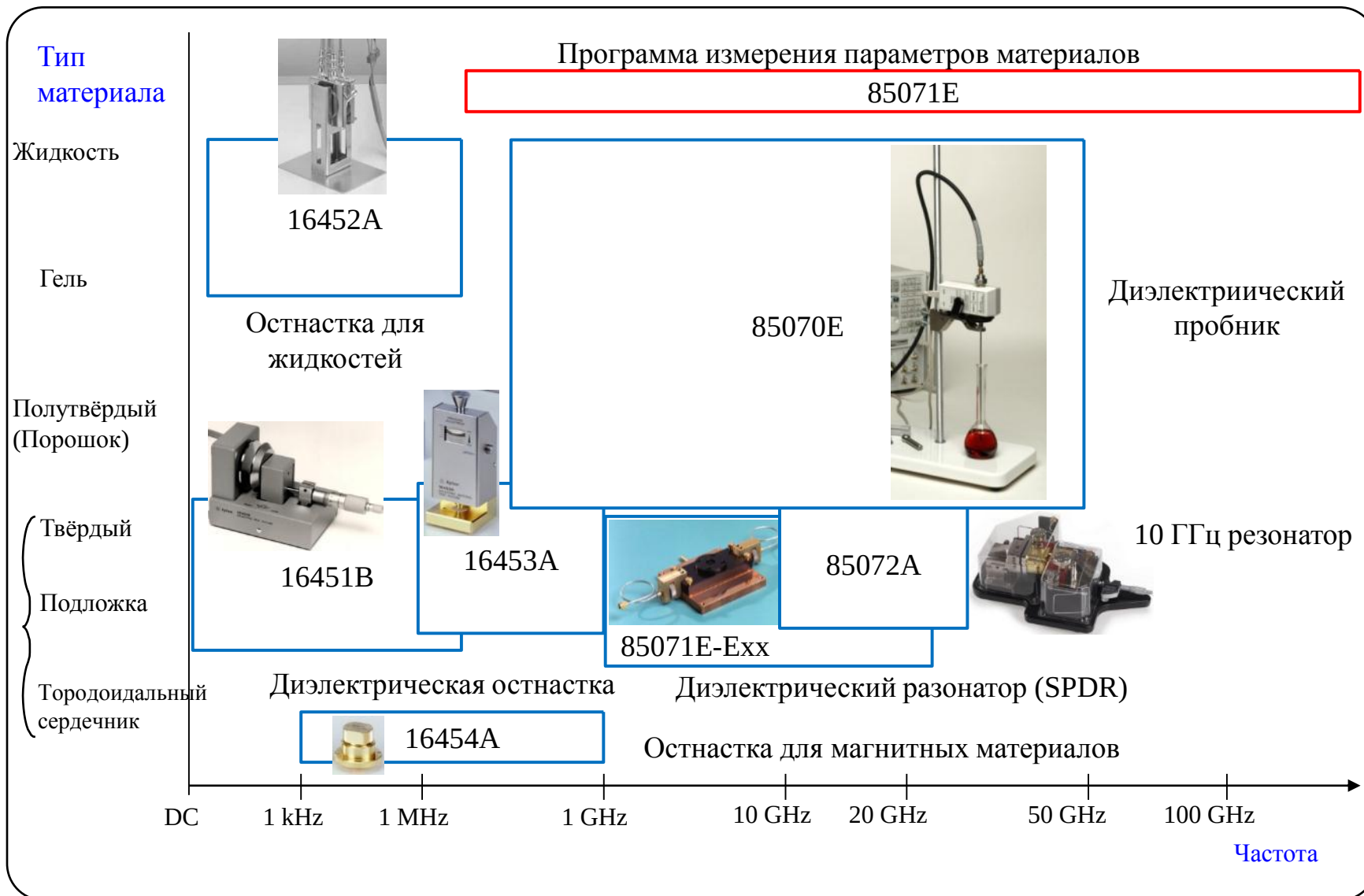


Сферы применения анализа ПМ

Сфера	Приложения / Продукты
Электроника	Конденсаторы, подложки, печатные платы, антенны, ферриты, головки магнитной записи, датчики
Космос/Оборона	Стелс, радиопоглощающие материалы
Промышленные материалы	Керамика и композиты: корпуса ИС, aerospace and automotive компоненты для аэрокосмической и оборонной отрасли, цемент, покрытия, биоимплантанты Полимеры и пластики: волокно, подложки, ленты, изоляционные материалы Гидрогели: подузники, мягкие контактные линзы Жидкие кристаллы: дисплеи Резина, полупроводники и сверхпроводники Другие материалы: шины, краска, клеи, итд.
Пищевая промышленность	Сохранение продуктов, упаковка, измерения влажности
Добывающая пром.	Влажность бумаги/дерева, анализ содержания нефти
Фармакология и медицина	Исследование и производство лекарств, биоимплантанты, исследование тканей человека, биомасса, измерение концентрации ферментов



Портфолио остнастки



Измерительные приборы Agilent

Анализаторы
цепей

Серия PNA



Серия ENA



Портативные анализаторы FieldFox

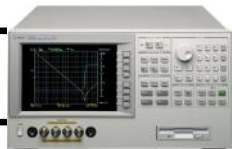


E4991A



Анализатор
импеданса/материалов

4294A

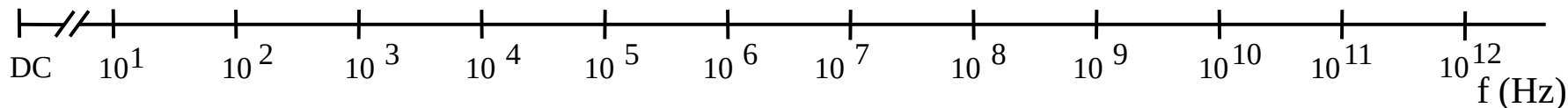


Измеритель импеданса

E4980A, 4285A



LCR метры



Agilent Technologies

Анализатор цепей серии ENA E5063A

COMING
SOON!

Оптимален для тестирования пассивных компонентов

- от 100кГц до 4.5 / 8.5 / 18ГГц
- 2-порта S-параметры, импеданс 50 Ом
- Динамический диапазон 117 дБ
- Мастер измерений для PCB TDR
- Поддержка приложений 85070/71E
- Низкая цена (более 30% ниже E5071C)
- Цены доступны с 1 января, 2014



Материалы

Типовые применения:



Пассивные РЧ компоненты
(Антенны, РЧ кабели, итд)



Печатные платы

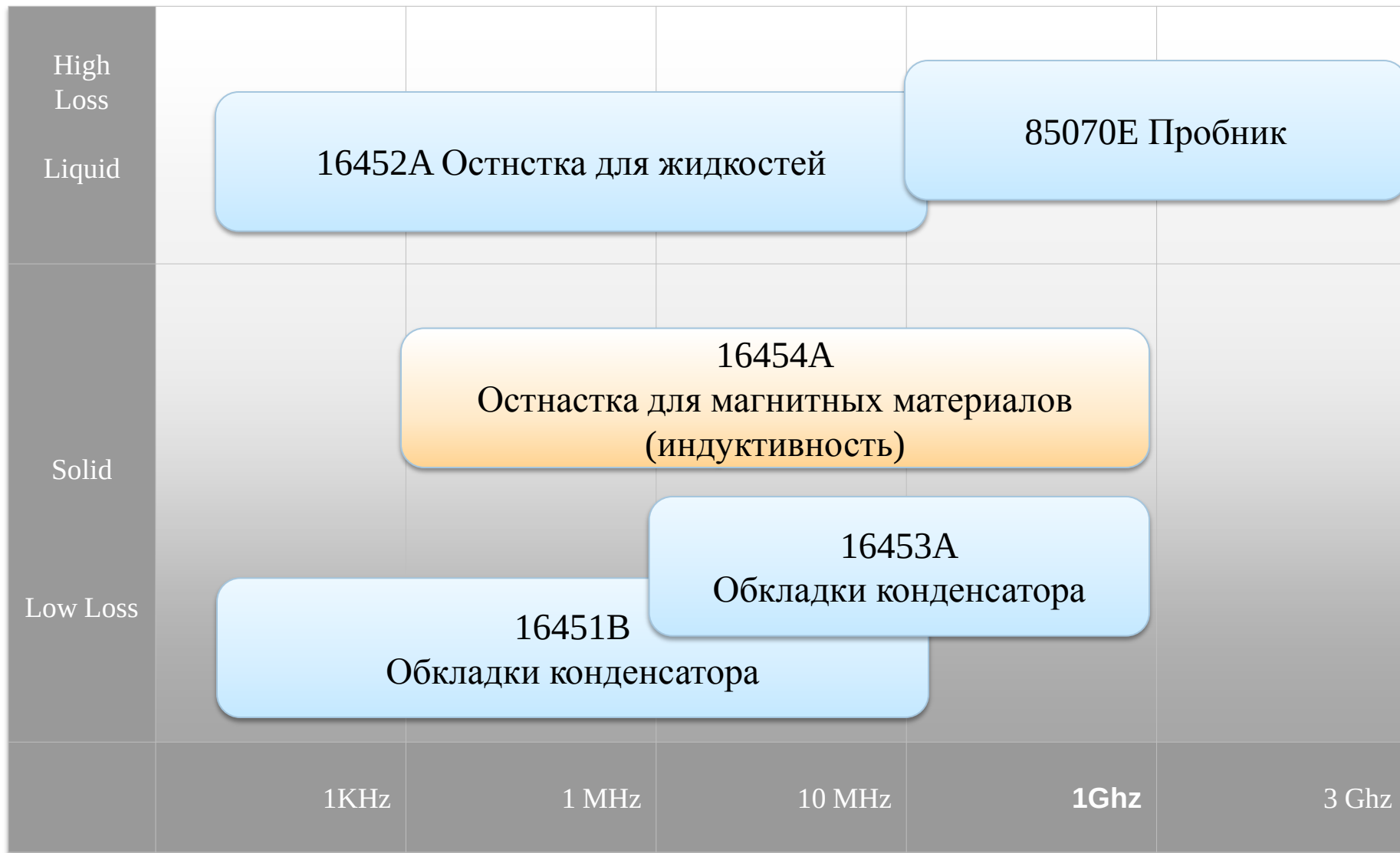
Так много решений! Какое лучше?

Это зависит ... от:

- Интересующих частот
- Формы материала (жидкость, порошок, твёрд, лист)
- Ожидаемого значения ε_r и μ_r
- Требуемой точности
- Свойств материала (анизотропное, изотропное)
- Ограничений на размер образца
- Разрушающий или неразрушающий контроль
- Контактный или бесконтактный метод
- Температуры



Остнастка для измерителя LCR и импеданса

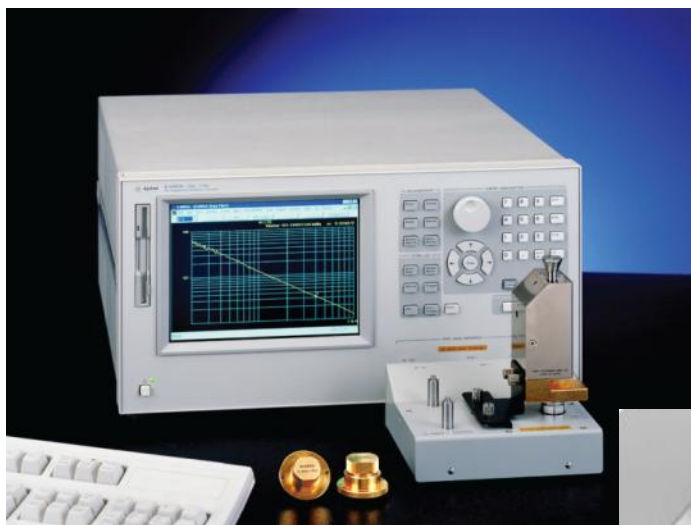


Совместимость анализаторов импеданса и остнастки

		PNA	ENA	FieldFox	E4991A	4294A	E4980A	4285A	
16451B	Остнастка для диэлектриков					*	*	*	Параллельные пластины
16452A	Остнастка для жидкостей					*	*	*	Параллельные пластины
16453A	Остнастка для диэлектриков				*				Параллельные пластины
16454A	Остнатка на основе торроидального сердечника				*	*			Индуктивный метод



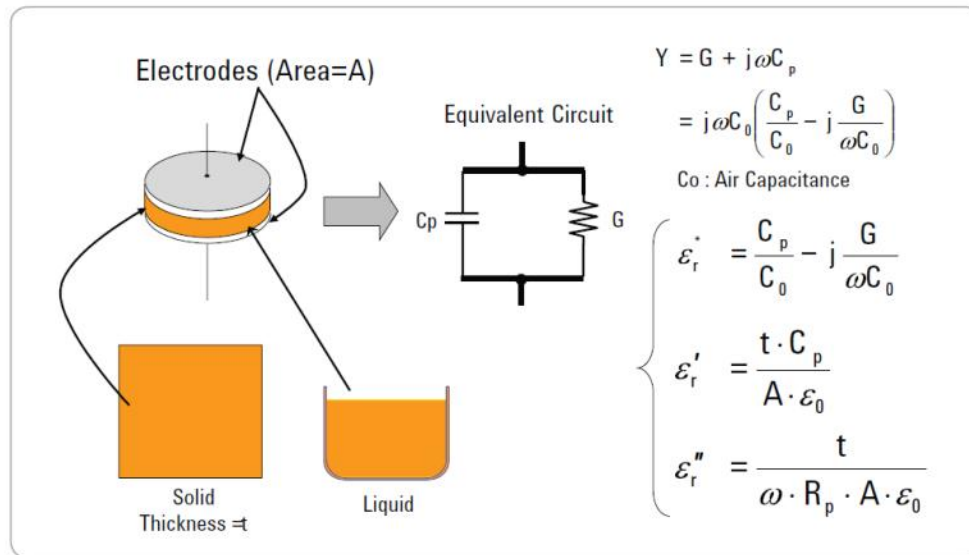
Измерение методом конденсатора



4294A с 16451A



16452A Для жидкостей

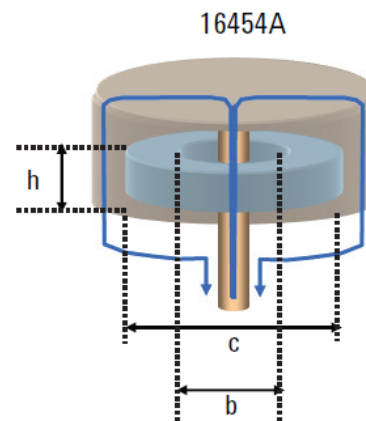


E4991A с 16453A

Измерение методом индуктивности



16454A



No magnetic flux leakage

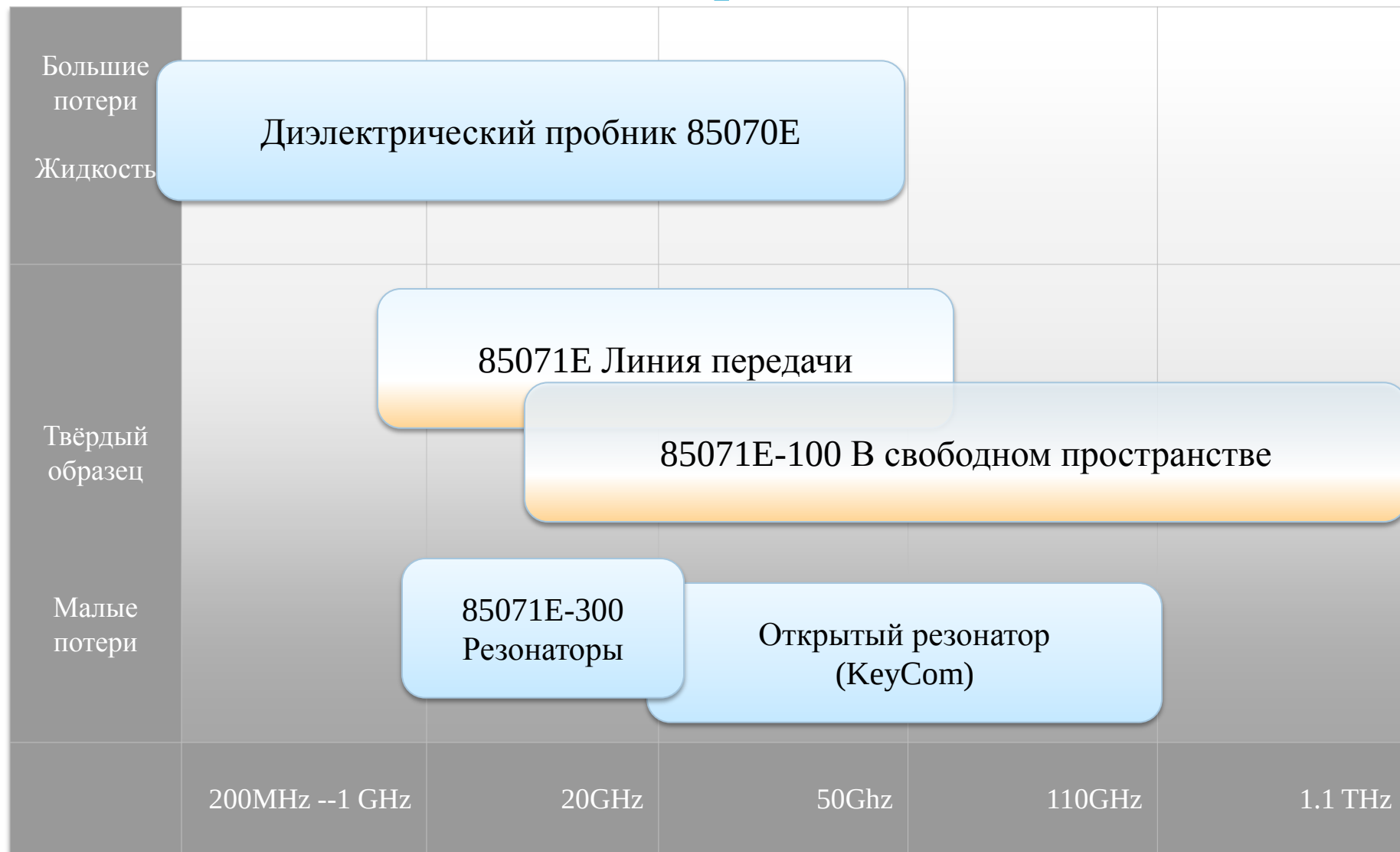
$$\mu_r = \frac{L - L_s}{\mu_0} \frac{2\pi}{h \cdot \ln\left(\frac{c}{b}\right)}$$

where,

- μ relative permeability
- L measured inductance with MUT
- L_s measured inductance without MUT
- μ_0 permeability of free space
- h height of MUT (Material Under Test)
- c outer diameter of MUT
- b inner diameter of MUT



Решения на базе анализатора цепей



Совместимость анализаторов цепей и оснастки

		PNA	ENA ¹	FieldFox ¹	E4991A	4294A	E4980A	4285A	
85070E	Диэлектрический пробник	*	*	*	*				Коаксиальный пробник
85071E	ПО измерения параметров материалов	*	*	*					Линия передачи
85071E-100 (200)	Калибровка в свободном пространстве	*	*						Открытая линия передачи
85071E-300	Приложение для работы с резонатором	*	*	*					Объёмный резонатор
85071E-E##	Несоставной диэлектрический резонатор	*	*	*					Объёмный резонатор
85072A	10GHz Составной цилиндрический резонатор	*	*						Объёмный резонатор

¹ Не все модели ENAs или FieldFox поддерживаются

Доп. сведения в <http://na.tm.agilent.com/materials/docs/SupportedVNAs.pdf>



Agilent Technologies

Модели пересчёта параметра передачи в 85071E

Алгоритм	Измеряемые S-параметры	Результат
Nicolson-Ross	S11, S21, S12, S22	ϵ_r и μ_r
NIST Precision	S11, S21, S22	ϵ_r
Fast Transmission	S21, S12	ϵ_r
Poly Fit 1	S11, S21, S12, S22	ϵ_r и μ_r
Poly Fit 2	S12, S21	ϵ_r
Stack Two	S21, S12 (2 образца)	ϵ_r и μ_r

Модели пересчёта параметра передачи в 85071E

Алгоритм			Измеряемые S-параметры	Результат
	Nicolson-Ross		S11, S21, S12, S22	ϵ_r и μ_r
	NIST Precision		S11, S21, S22	ϵ_r
	Fast Transmission		S21, S12	ϵ_r
	Poly Fit 1		S11, S21, S12, S22	ϵ_r и μ_r
	Poly Fit 2		S12, S21	ϵ_r
	Stack Two		S21, S12 (2 образца)	ϵ_r и μ_r

Модели пересчёта параметра отражения в 85071Е

Алгоритм	Измеряемые S-параметры	Результат
Short Backed	S11	ϵ_r
Arbitrary Backed	S11	ϵ_r
Single Double Thickness	S11 (2 образца)	ϵ_r и μ_r



Обзор методов

Coaxial Probe

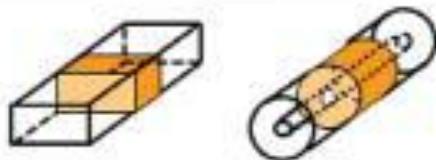
ϵ_r



Broadband, convenient, non-destructive
Best for lossy MUTs; liquids and semi-solids

Transmission Line

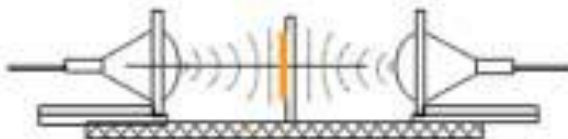
ϵ_r and μ_r



Broadband
Best for lossy to low loss MUTs;
machineable solids

Free Space

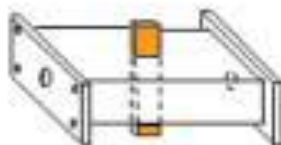
ϵ_r and μ_r



Broadband; Non-contacting
Best for flat sheets, powders,
high temperatures

Resonant Cavity

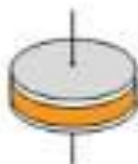
ϵ_r



Single frequency; Accurate
Best for low loss MUTs; small samples

Parallel Plate

ϵ_r



Accurate
Best for low frequencies; thin, flat sheets

Inductance measurement

μ_r

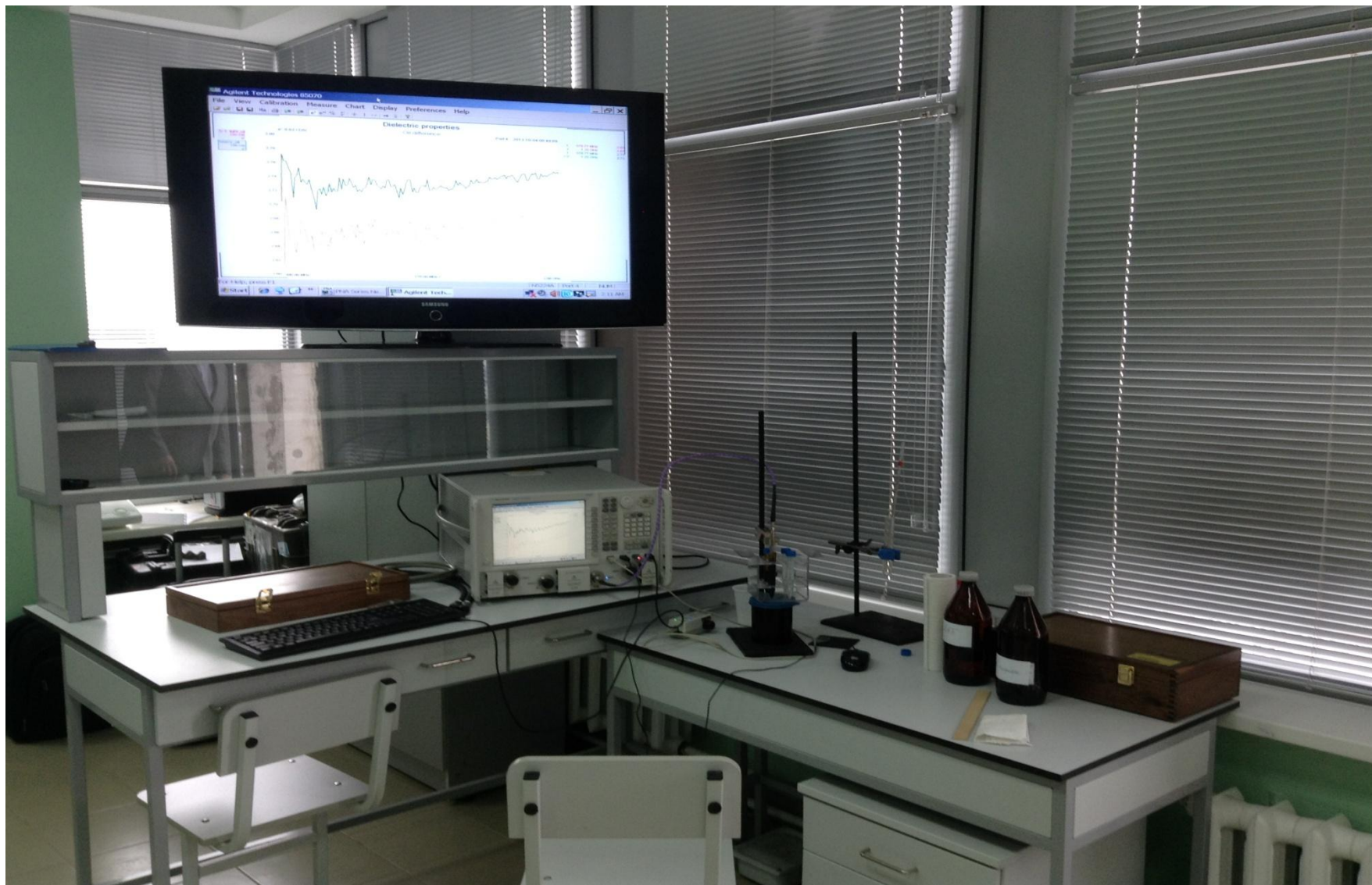


Accurate, simple measurement, a toroidal core
structure is required



Agilent Technologies

Пример измерений свойств нефти



Agilent Technologies

**Agilent Technologies**

Log inmyAgilentUnited States

Search Search Term

Products & ServicesTechnical SupportIndustries & Technologies

Home > Products & Services > Oscilloscopes, Analyzers, Meters > Dynamic Signal Analyzers, Materials Measurement > Materials Test Equipment

Control an Expert

Materials Test Equipment

 View Brochure

 Visit Discussion Forums

 View Product Demos

Materials test equipment and accessories for determining how materials interact with electromagnetic fields, by calculating permittivity and permeability. Accurate measurements of these material properties helps engineers achieve the best performance for an application, while shortening the design cycle and minimizing material scrap.

Get help with: [8507x Series Service and Support](#)



What's New

- [Download Free Two Week Trial - Material Measurement Software](#)
- [KEYCOM+Agilent - Material Measurement Systems](#)

Product Support Center

- [Technical Support](#)
manuals, drivers, application notes, firmware, software, ...

Products	Accessories & Related Products	Document Library
 16451B Dielectric Test Fixture	 16453A Dielectric Material Test Fixture	
 16452A Liquid Test Fixture	 16454A Magnetic Material Test Fixture	
 85070E Dielectric Probe Kit	 85071E Materials Measurement Software	
 85072A 10-GHz Split Cylinder Resonator	 16008B Resistivity Cell	



Планы развития 8507xE

Q1 2013

E07.01

Новый интерфейс пользователя

- Больше окон, трасс, маркеров и функций маркеров
- Математика и статистика.

New Опция 400 with

NEW

опортовые
решения.

Q3 2013

E07.02

Интерполяция калибровки в серии PNA

Больше не требуются права администратора.

Работа в Offline режиме

Опция 400
Импорт и отображение S-параметров

Q1 2014

E2014.01



Возвращение таблицы с данными!

Генератор отчётов

Опция 400 – работа в многоканальном режиме

Q3 2014

E2014.02

85071E Калькулятор длины образца регистрация данных

85071E-300

- Управление SPDR
- ASTM калькулятор частоты резонатора

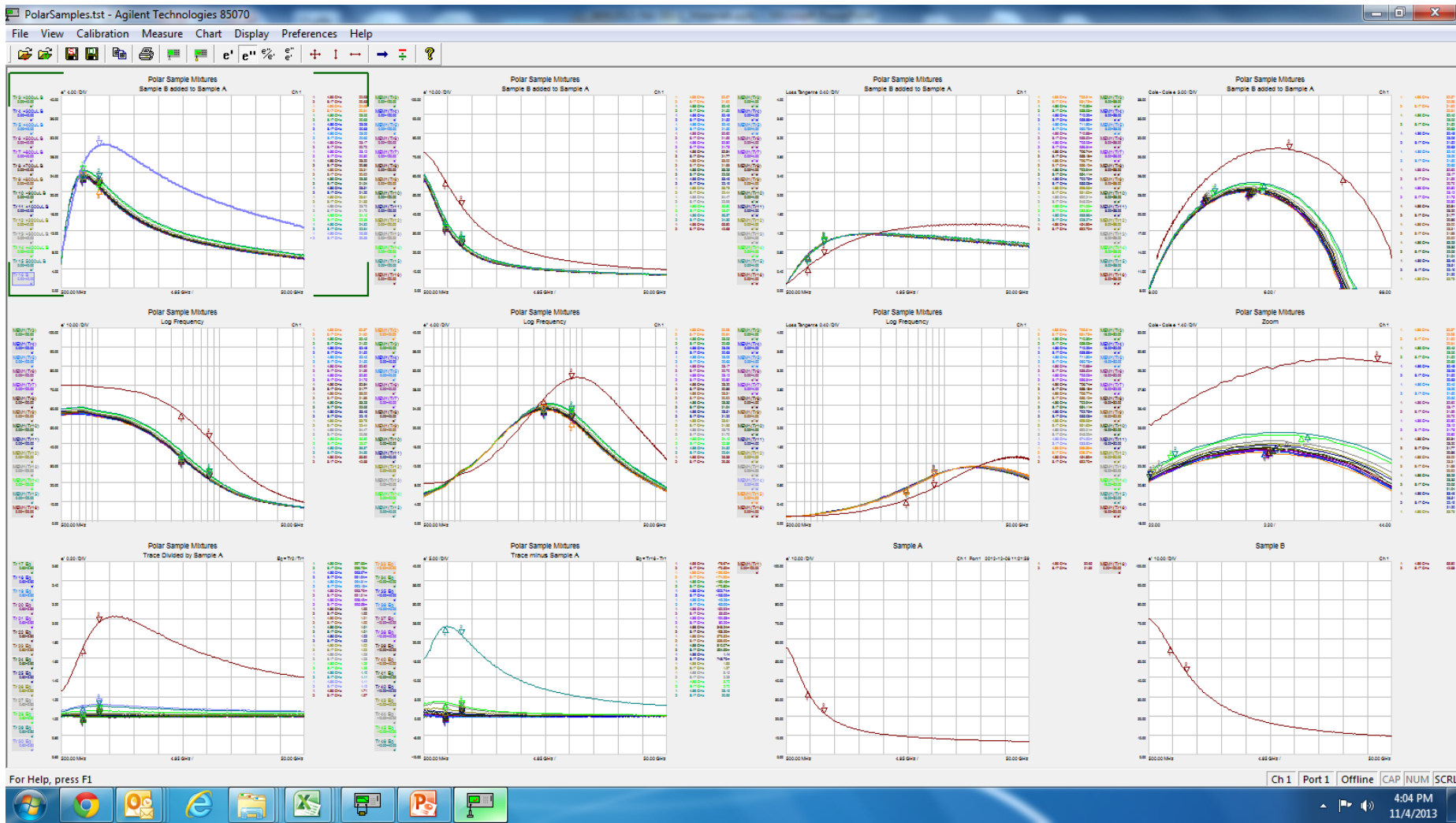
Поддержка Windows 8

Поддержка новых моделей ВАЦ

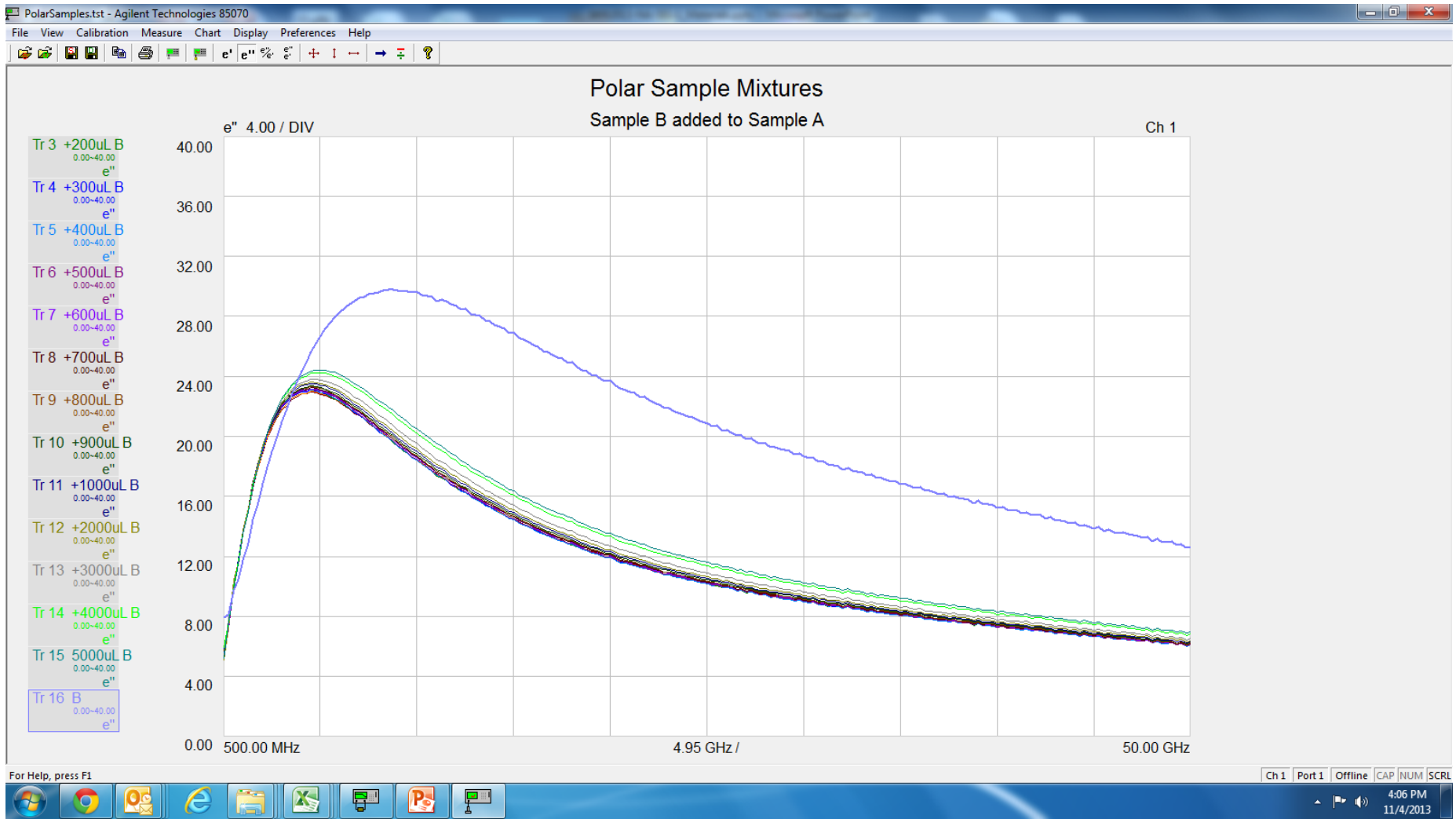


Agilent Technologies

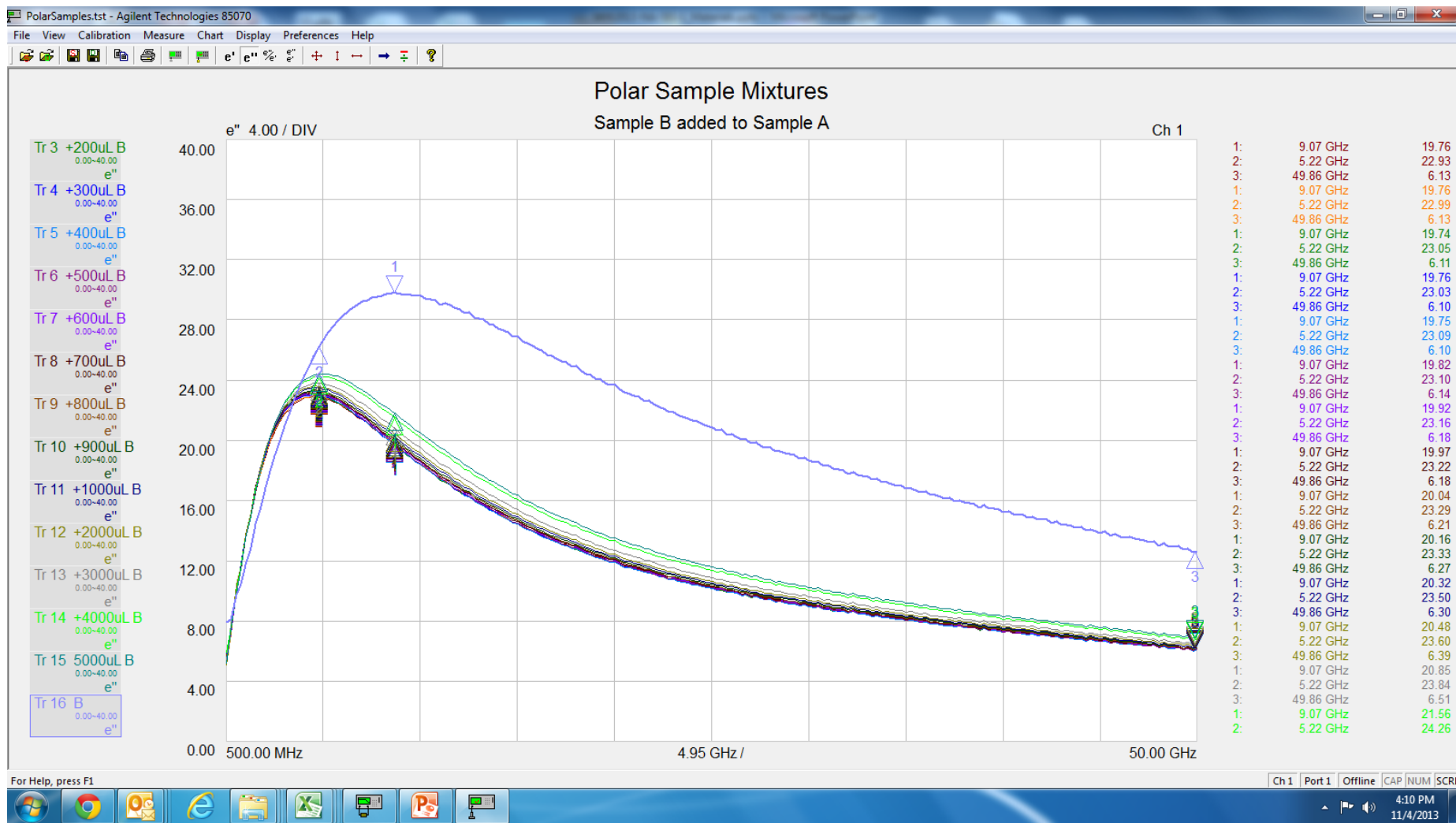
Больше окон



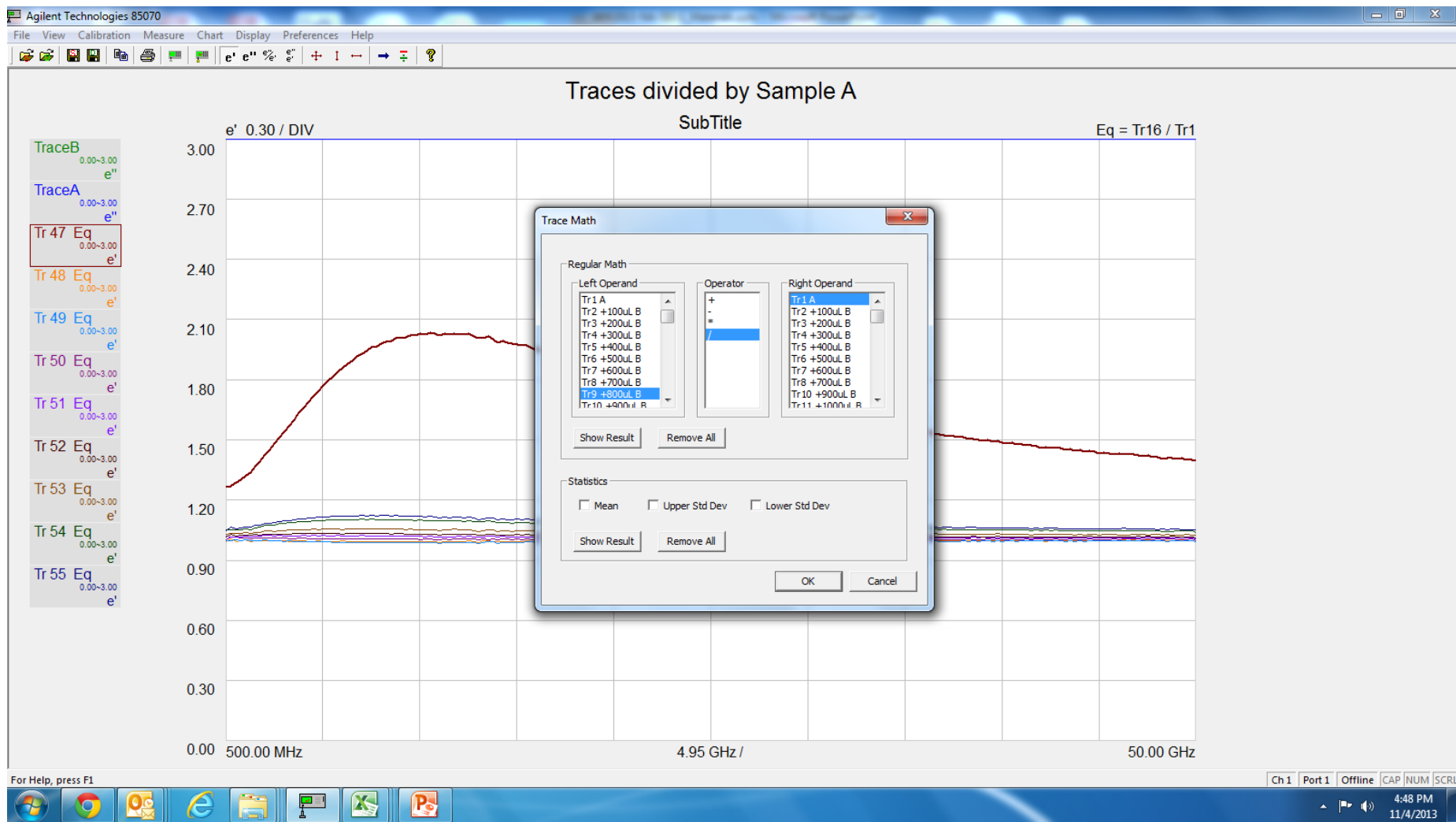
Больше трасс

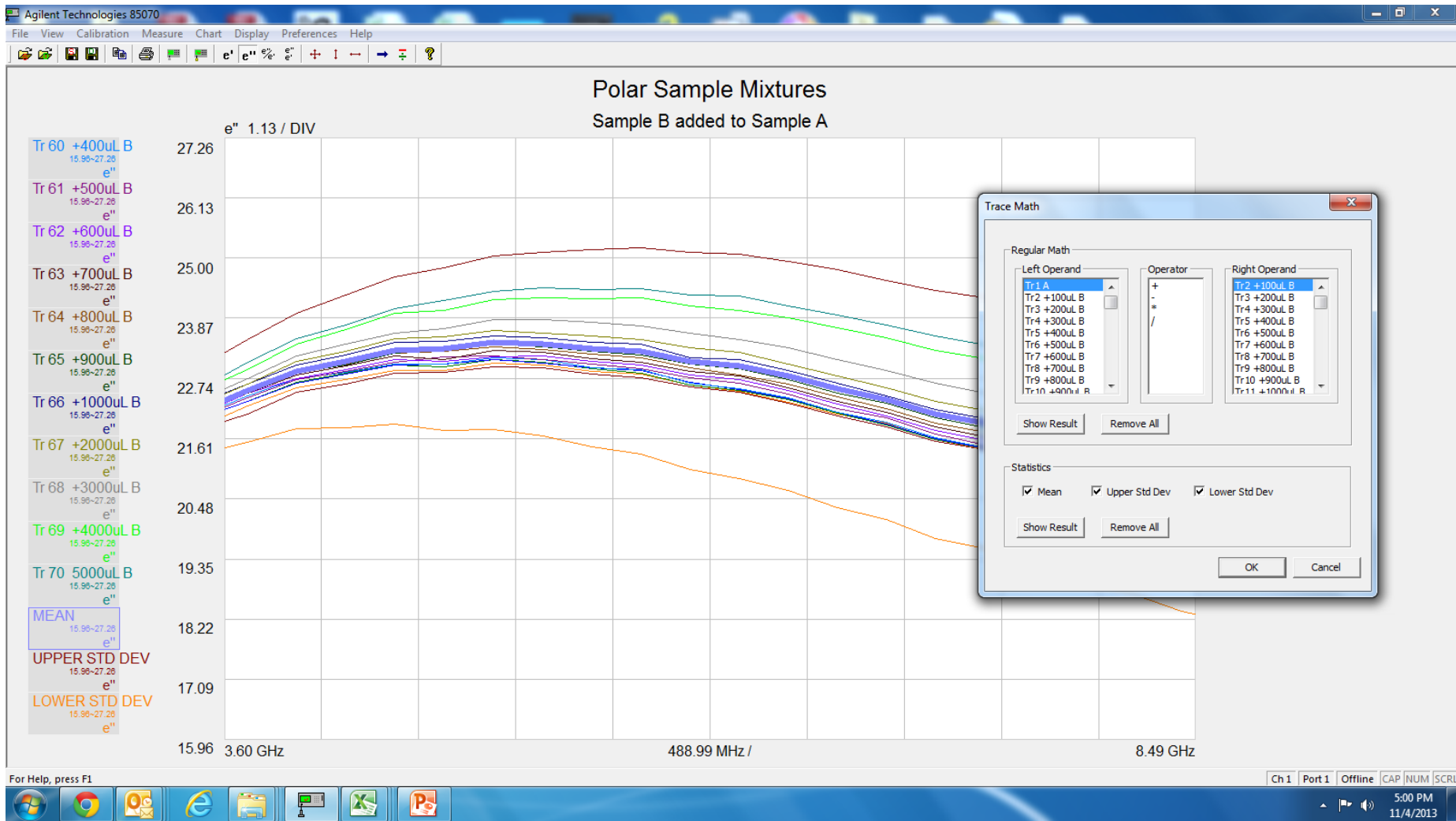


Больше маркеров

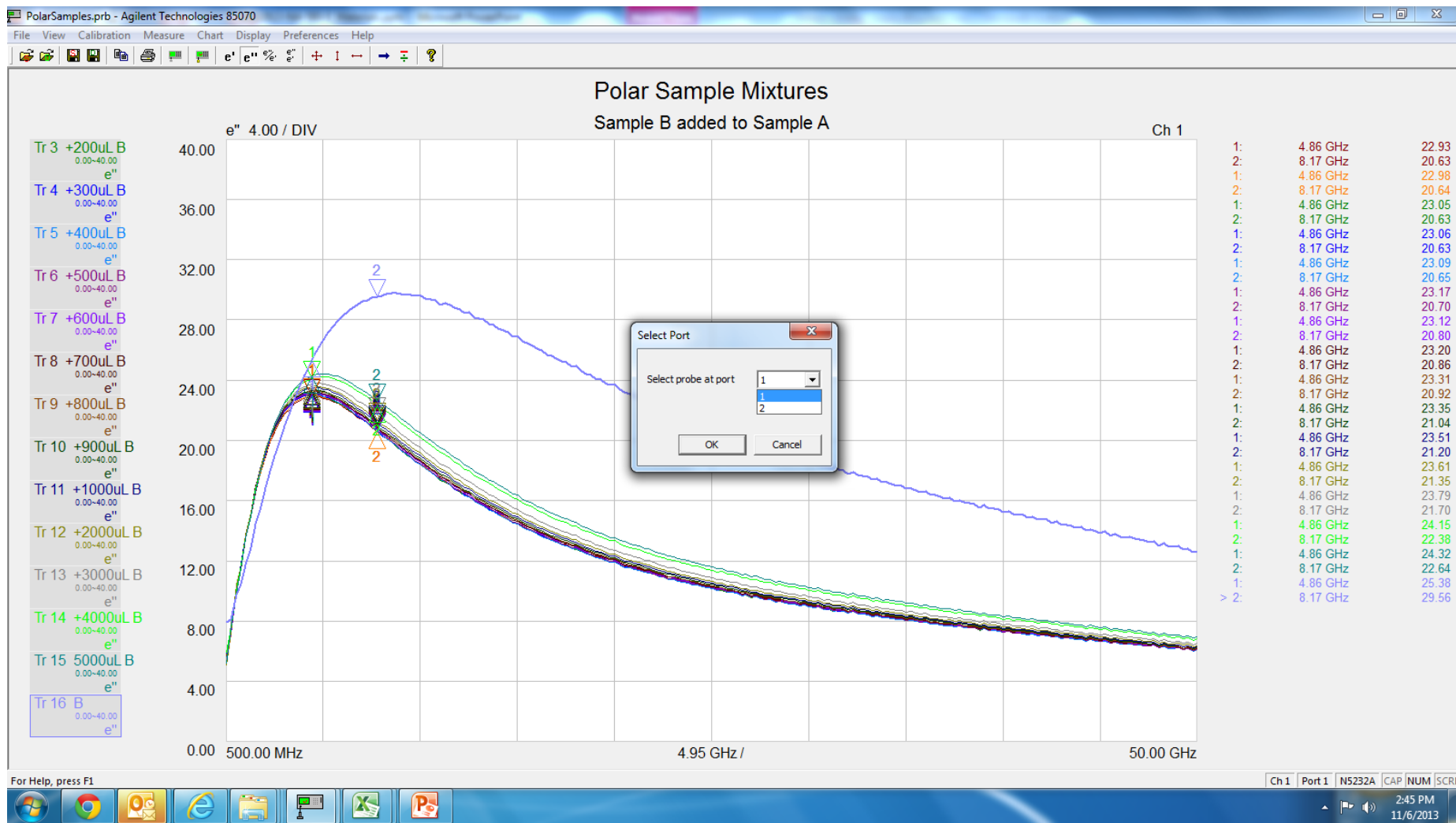


Математика над данными

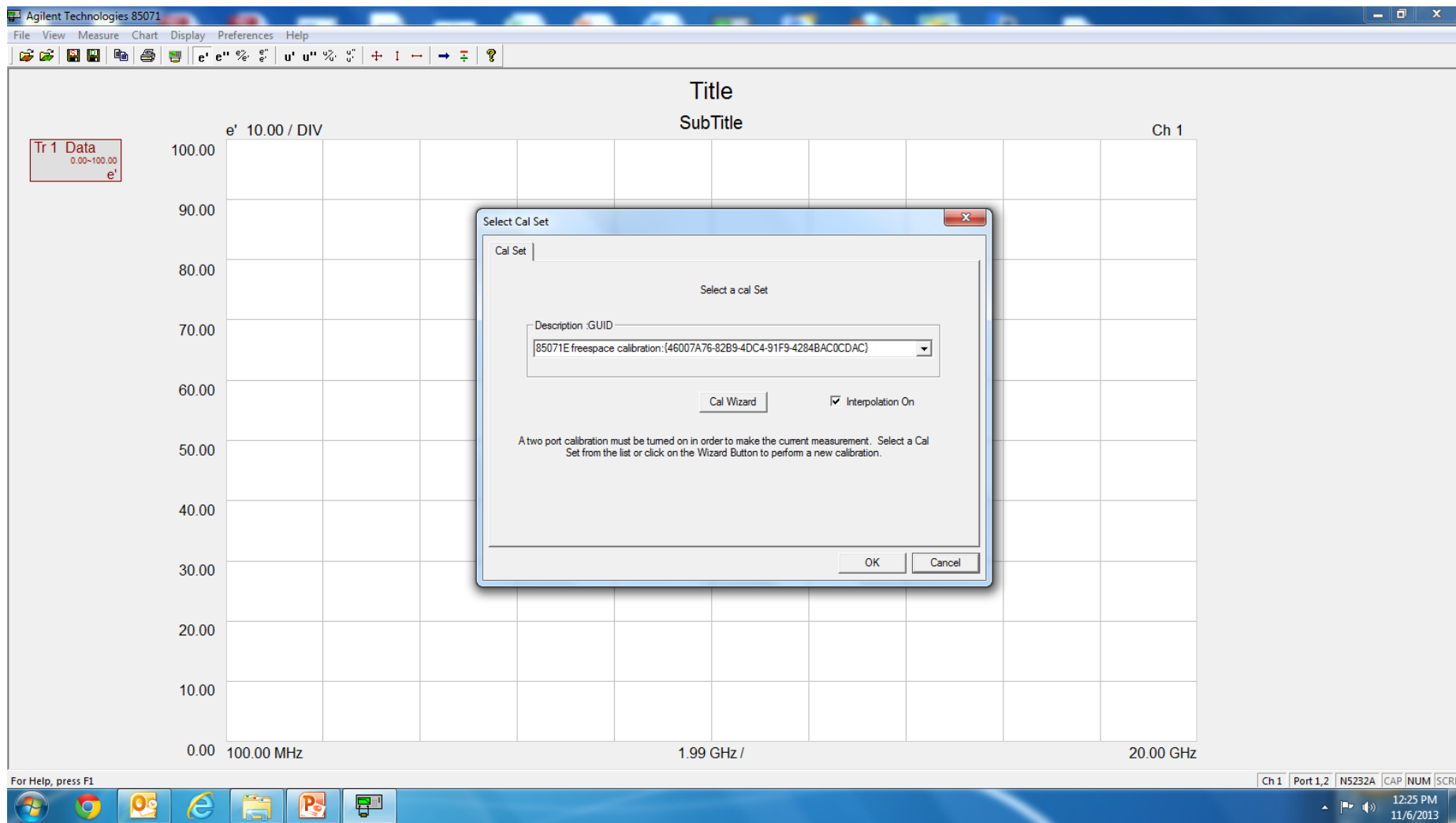




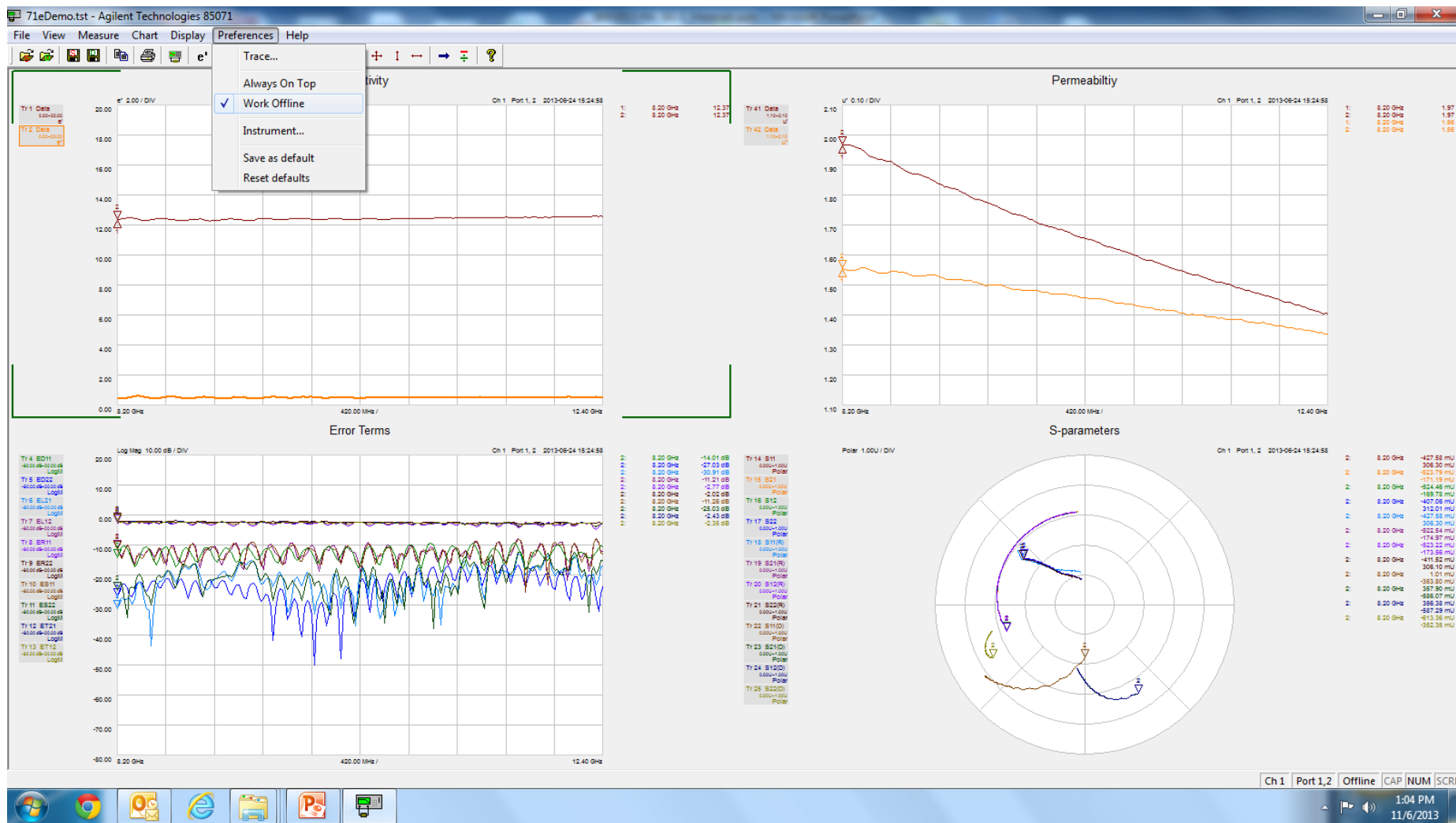
Опция 400 Многопортовые измерения



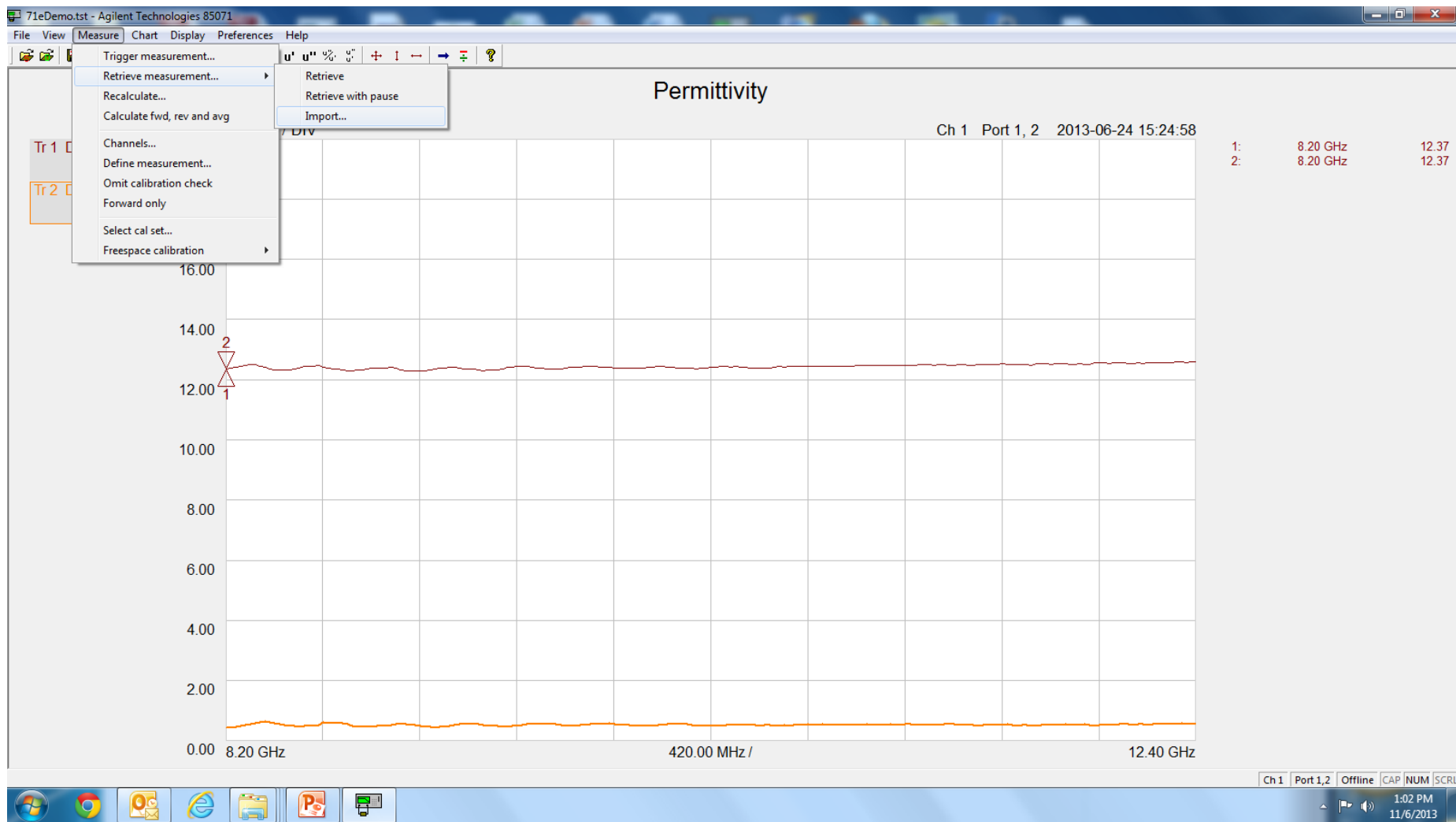
Интерполяция калибровки



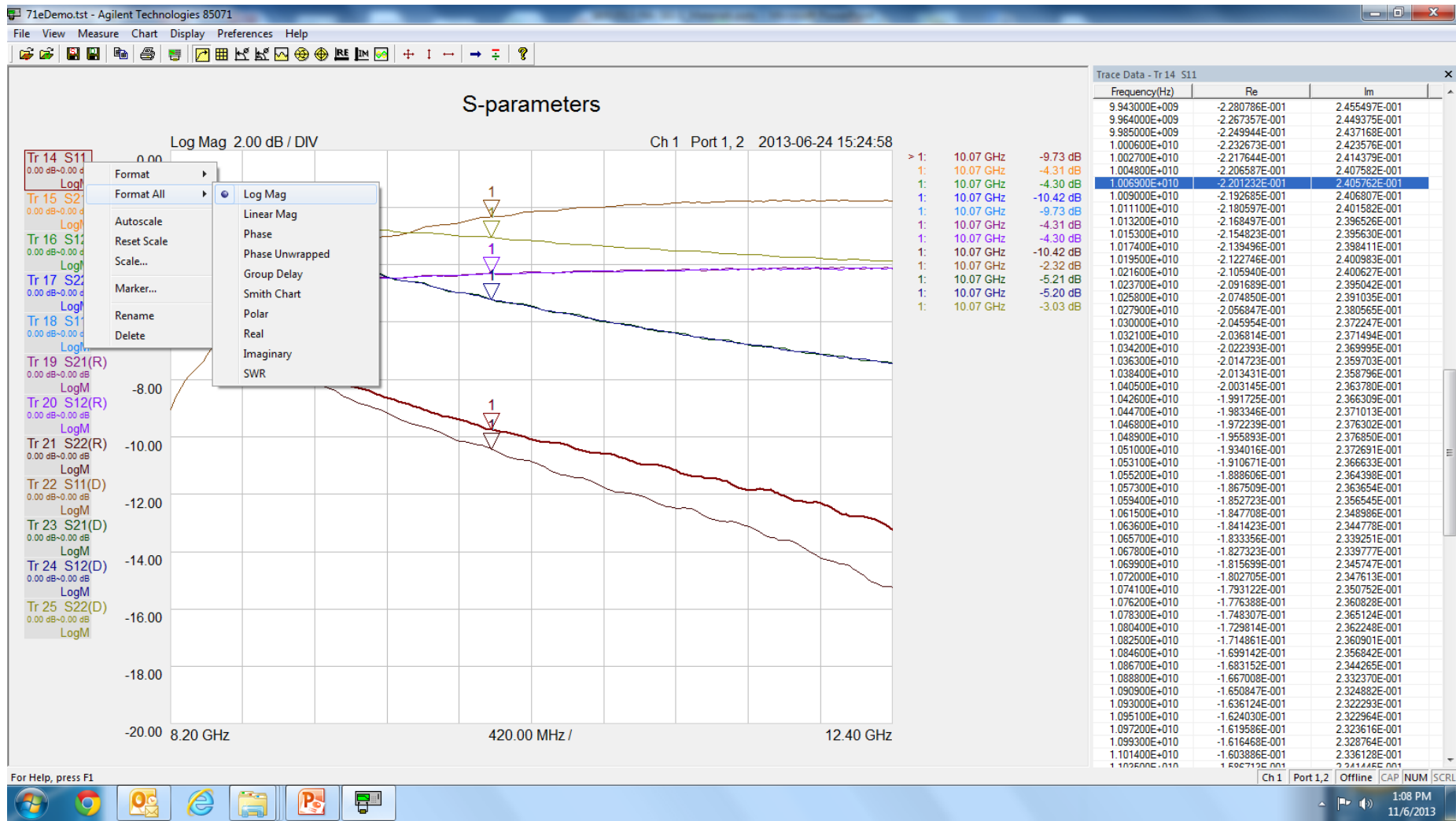
Работа в режиме offline



Опция 400 импорт S-параметров



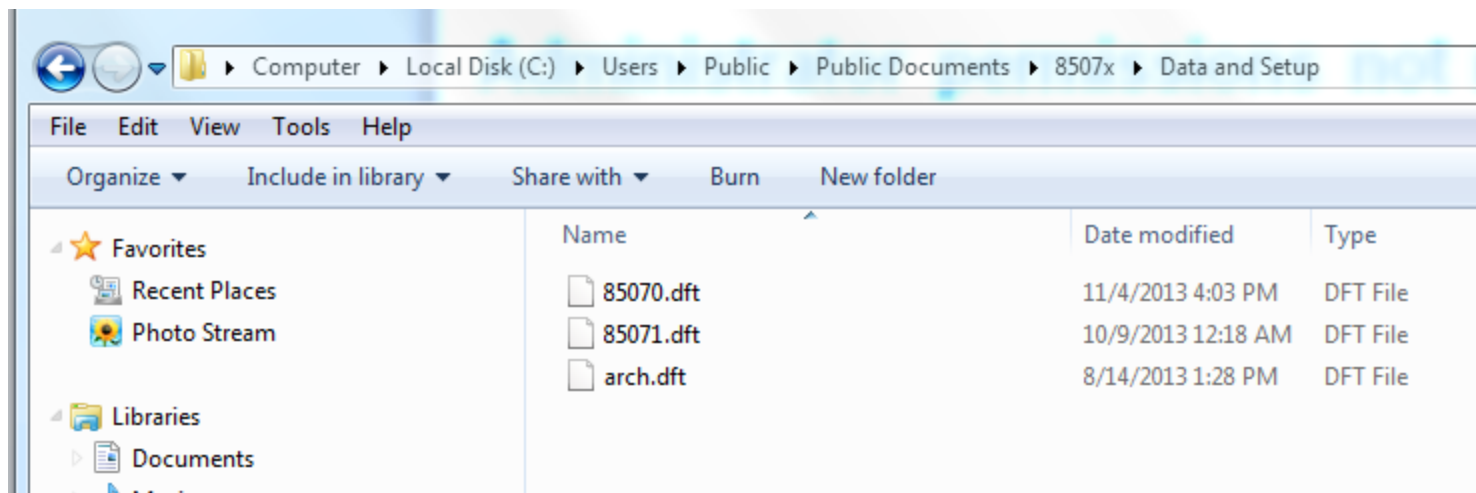
Опция 400 отображение S-параметров



Не требуются права администратора

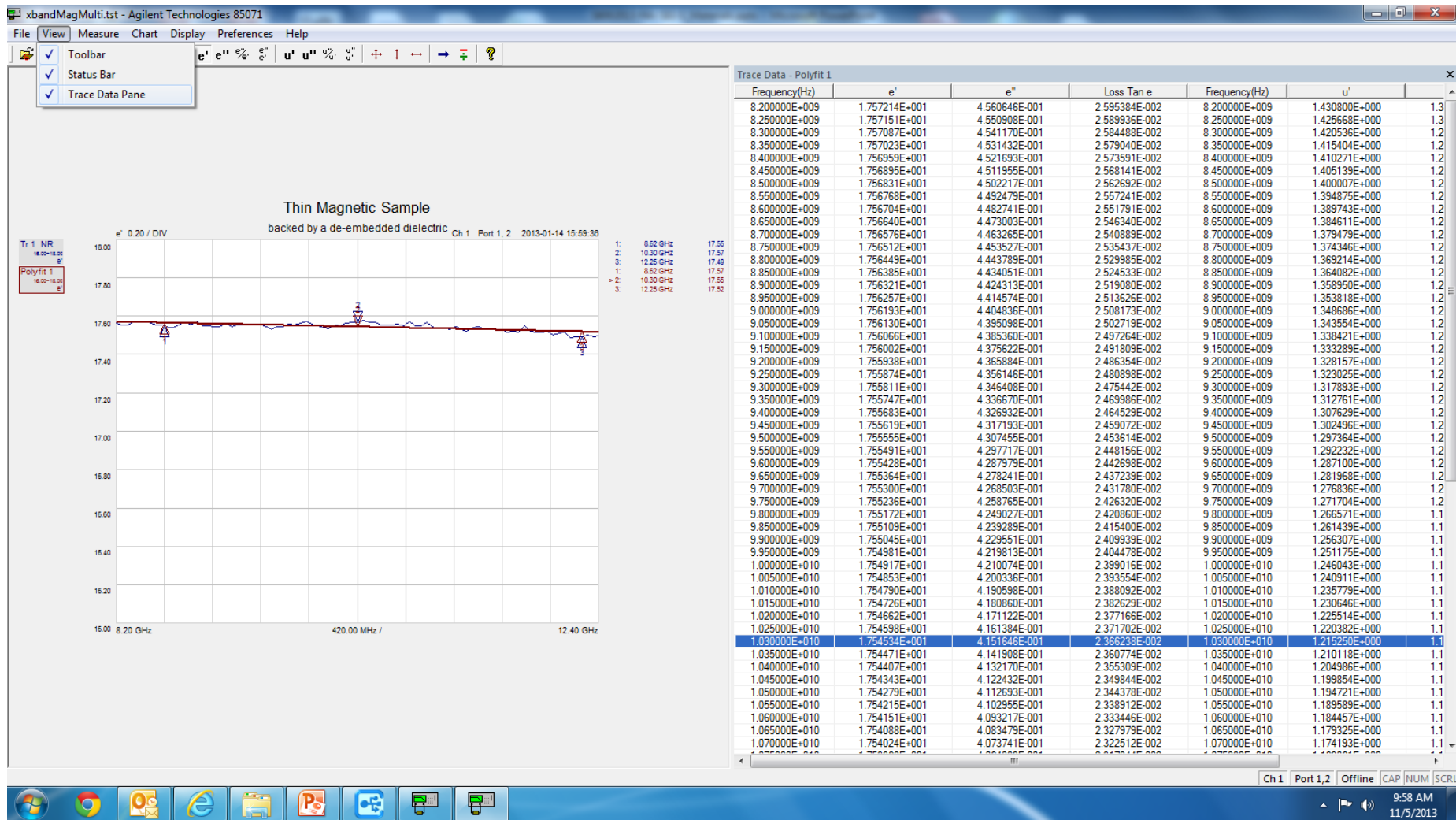
Файлы установки по умолчанию перемещены

- Для Windows 7 (32bit), Windows XP и предыдущих версий:
C:\Documents and Settings\All Users\Documents\8507x\Data and Setup
- Для Windows 7 (64bit)
C:\Users\Public\Public Documents\8507x\Data and Setup





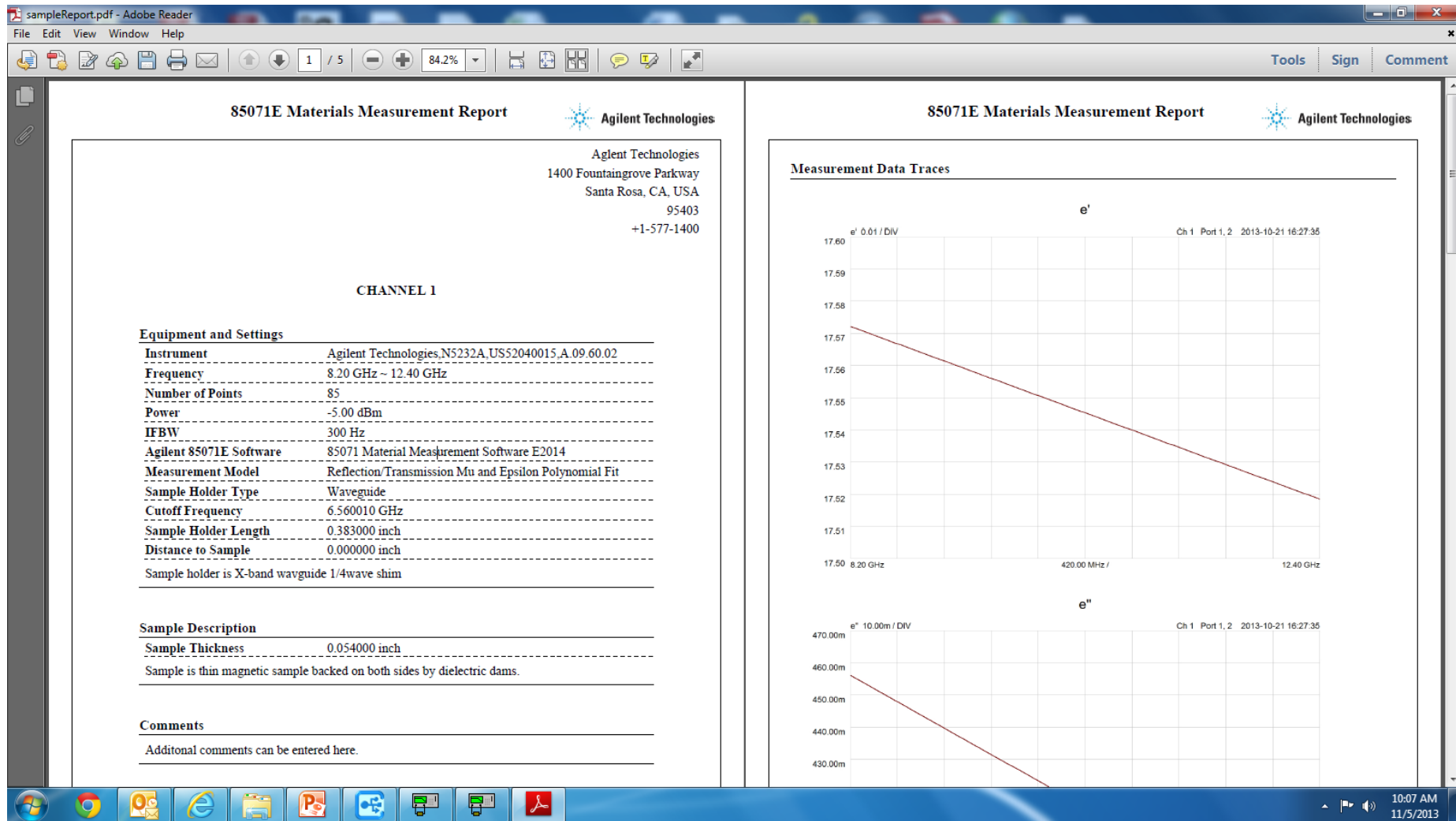
Табличный вид



Agilent Technologies

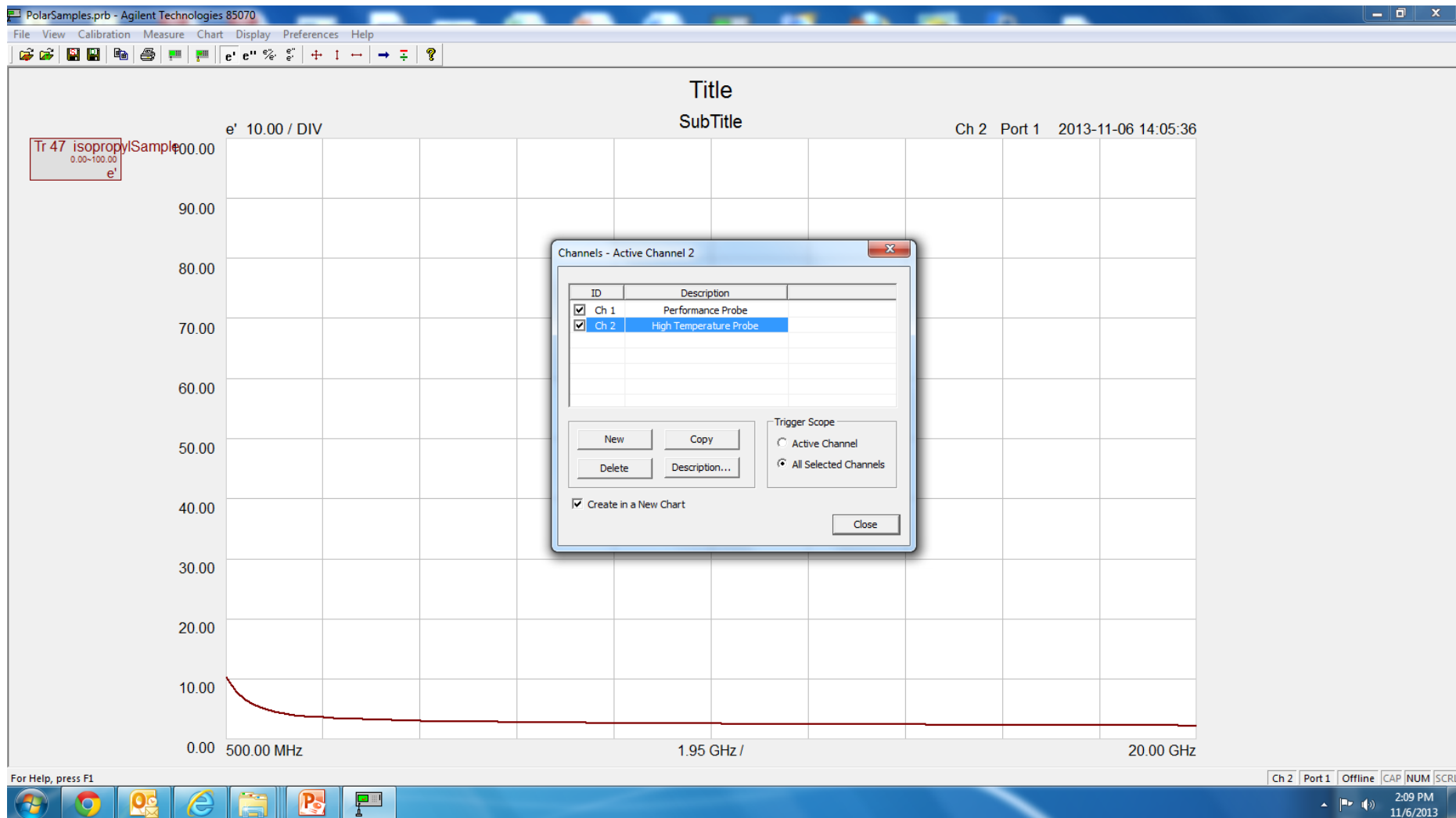


Генератор отчётов





Опция 400 Многоканальный режим



Ссылки

R N Clarke (Ed.), *“A Guide to the Characterisation of Dielectric Materials at RF and Microwave Frequencies,”* Published by The Institute of Measurement & Control (UK) & NPL, 2003

J. Baker-Jarvis, M.D. Janezic, R.F. Riddle, R.T. Johnk, P. Kabos, C. Holloway, R.G. Geyer, C.A. Grosvenor, *“Measuring the Permittivity and Permeability of Lossy Materials: Solids, Liquids, Metals, Building Materials, and Negative-Index Materials,”* NIST Technical Note 15362005

“Test methods for complex permittivity (Dielectric Constant) of solid electrical insulating materials at microwave frequencies and temperatures to 1650°,” ASTM Standard D2520, American Society for Testing and Materials

Janezic M. and Baker-Jarvis J., *“Full-wave Analysis of a Split-Cylinder Resonator for Nondestructive Permittivity Measurements,”* IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques vol. 47, no. 10, Oct 1999, pg. 2014-2020

J. Krupka, A.P. Gregory, O.C. Rochard, R.N. Clarke, B. Riddle, J. Baker-Jarvis, *“Uncertainty of Complex Permittivity Measurement by Split-Post Dielectric Resonator Techniques,”* Journal of the European Ceramic Society No. 10, 2001, pg. 2673-2676

“Basics of Measuring the Dielectric Properties of Materials”. Agilent application note. 5989-2589EN

AM. Nicolson and G. F. Ross, "Measurement of the intrinsic properties of materials by time domain techniques," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, IM-19(4), pp. 377-382, 1970.

Improved Technique for Determining Complex Permittivity with the Transmission/Reflection Method, James Baker-Jarvis et al, IEEE transactions on microwave Theory and Techniques vol 38, No. 8 August 1990

P. G. Bartley, and S. B. Begley, “A New Technique for the Determination of the Complex Permittivity and Permeability of Materials *Proc. IEEE Instrument Meas. Technol. Conf.*, pp. 54-57, 2010.

