

ПРОСТОЙ МЕТОД ПРОВЕРКИ ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ ПРОБНИКА

A SIMPLE METHOD TO VERIFY THE BANDWIDTH OF YOUR PROBE

Джа-Йонг Чанг (Jae-yong Chang), менеджер по маркетингу пробников и принадлежностей

Полосой пропускания осциллографов и осциллографических пробников называется выраженный в герцах диапазон рабочих частот. Обычно полоса пропускания определяется по частоте, на которой сигнал ослабляется до 70,7% от исходного значения входного сигнала, что соответствует снижению уровня на 3 дБ. Большинство производителей осциллографов стараются сделать амплитудно-частотную характеристику осциллографа/пробника в указанном частотном диапазоне как можно равномернее, и большинство потребителей просто полагаются на указанную полосу пропускания осциллографа или пробника, не задумываясь над тем, действительно ли они получают указанную полосу для всего измерительного тракта, начиная с наконечника пробника. Теперь вы можете воспользоваться приведенными ниже несложными пошаговыми инструкциями для проверки полосы пропускания своего пробника с осциллографом, которым вы пользуетесь.

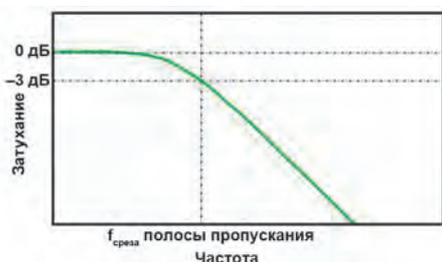


Рис. 1. Пример гауссовой амплитудно-частотной характеристики осциллографа

Для измерения полосы пропускания осциллографического пробника часто используют векторный анализатор цепей (VNA), который обычно дорог и сложен в использовании. Кроме того, типичные пассивные пробники обладают высоким сопротивлением и рассчитаны на подключение ко входу осциллографа с входным сопротивлением 1 МОм, что делает традиционный метод измерения параметра S_{21} , используемый векторным анализатором, сложно реализуемым в связи с тем, что эта система обладает волновым сопротивлением 50 Ом.

Другой способ измерения полосы пропускания заключается в непосредственном измерении АЧХ с помощью источника синусоидального сигнала, ответвителя и измерителя мощности. Для выполнения такого измерения вам



Agilent Technologies

придется подключить эти приборы через интерфейс дистанционного управления, такой как GPIB или USB. Ручное выполнение этой работы очень трудоёмко, подвержено ошибкам и требует больших усилий при необходимости внесения изменений в измерительную схему.

Более простой способ измерения полосы пропускания пробника, а особенно пробника с узкой полосой (например, пассивного пробника с полосой <math><1 \text{ ГГц}</math>), заключается в выполнении измерения во временной области с помощью осциллографа, имеющего встроенный источник прямоугольного сигнала, функцию дифференцирования и функцию быстрого преобразования Фурье (БПФ). Для использования этого метода осциллограф должен поддерживать второй функциональный выход. В противном случае альтернативный метод заключается в сохранении осциллограммы осциллографом, импортировании её в компьютерное ПО анализа, такое как Matlab, и применении математических функций для обработки прямоугольного сигнала.

Когда вы подаёте на свою систему прямоугольный сигнал, вы получаете отклик на перепад. Если теперь применить к нему дифференцирование, вы получите импульсную характеристику; выполнив быстрое преобразование Фурье от этой импульсной характеристики, вы получите частотную характеристику системы.

Осциллограф реального времени Agilent Infiniium является превосходным инструментом для такой быстрой оценки полосы пропускания. Ниже приведена пошаговая процедура измерения. В данном примере измерения использовался пассивный пробник N2873A 500 МГц и осциллограф Infiniium DSO9404A с полосой пропускания 4 ГГц.

- Подключите вспомогательный выход осциллографа ко входу осциллографа с помощью измерительной оснастки, такой как Agilent E2655C, и 50-омного кабеля с разъёмом BNC. Осциллограф Infiniium имеет вспомогательный выходной порт Aux, обеспечивающий прямоугольный сигнал с крутыми фронтами (~340 пс, 10-90% для

серии Infiniium 9000), который предназначен для калибровки пробника. Важно отметить, что длительность фронта сигнала источника должна быть короче фронта пробника, и АЧХ источника должна быть достаточно равномерной в исследуемой полосе частот.



Рис. 2. Измерение источника сигнала сопротивлением 25 Ом с помощью измерительной оснастки Agilent E2655C

- Подключите пробник к измерительной оснастке для измерения одного фронта источника. Провод заземления пробника должен быть как можно короче для снижения влияния на исследуемую цепь. Ch 1 (жёлтый) = источник (выход Aux), нагруженный пробником Ch 2 (зелёный) = измеренный выход пробника

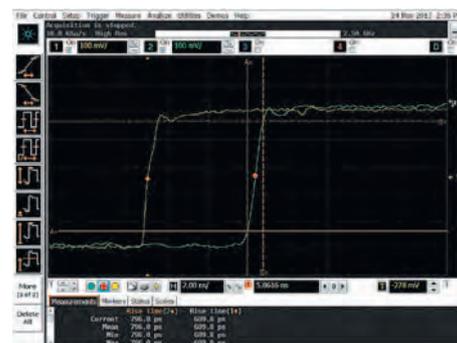


Рис. 3. Развертка крутого фронта

- Расположите фронты сигналов по центру экрана, настройте запуск по выходу пробника (ch2) и используйте усреднение или захват с высоким разрешением для снижения шума сигнала.
- Используйте встроенную математическую функцию осциллографа для дифференцирования реакции на перепад. Вы получите импульсную характеристику канала 2, к которому подключен пробник. Привяжите дифференцированный выход реак-

ции на перепад к функции F1 осциллографа.

- Примените к импульсной характеристике (F1) измеренного прямоугольного сигнала встроенную функцию FFT Magnitude. Измените масштаб



Рис. 4. Использование встроенной математической функции осциллографа для дифференцирования реакции на перепад

БПФ на 100 МГц/дел (центральная частота на 500 МГц при полной полосе экрана 1 ГГц) и 3 дБ/дел по вертикали.

- Теперь вы получите график амплитудно-частотной характеристики. Поскольку вертикальный масштаб БПФ установлен на 3 дБ/дел, а горизонтальный масштаб — на 100 МГц/дел, можно увидеть, что пробник имеет полосу пропускания ~530 МГц.

Но есть одна хитрость. В некоторых осциллографах функция диффе-

ренцирования производит наилучшее приближение наклона по трём соседним точкам, а затем присваивает этот наклон центральной точке. Это может исказить результаты измерения, если плотность выборок на спаде характеристики окажется недостаточно большой, поэтому поэкспериментируйте с плотностью выборок и убедитесь, что она не влияет на полосу пропускания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение встроенных математических функций современных цифровых осциллографов позволяет измерить частотную характеристику или полосу пропускания пробника по его реакции на прямоугольный сигнал с крутыми фронтами. По сравнению с некоторыми другими методами измерения этот под-



Рис. 5. Примените к импульсной характеристике встроенную функцию FFT Magnitude



Рис. 6. Теперь вы получили график АЧХ

ход является самым простым и не требует применения дорогостоящих измерительных приборов.

In oscilloscopes or oscilloscope probes, bandwidth is a measure of the width of a range of frequencies measured in Hertz. Utilizing the built-in mathematical capabilities available in modern digitizing oscilloscopes, it is possible to derive the frequency response or the bandwidth characteristics of a probe based on the measured step response of a fast step signal. Among those several test methods, the time domain approach is the easiest to duplicate without needing expensive test instruments.



АКТАКОМ – ТЕПЕРЬ И В СИБИРИ!

В Новосибирске и Омске открылись представительства торговой марки «Актаком»!

- Работа с офисами, расположенными в Новосибирске и Омске;
- Бесплатная доставка товара по Новосибирску и Омску;
- Оборудование как в наличии на складах в Новосибирске и Омске, так и под заказ;
- Возможность бесплатного заказа каталогов продукции «Актаком»;
- Теперь можно убедиться в преимуществах наших приборов с помощью демонстрационных стендов, расположенных в наших офисах!

ПРИХОДИМ ТУДА, ГДЕ НАС ЖДУТ!

ООО «АКТАКОМ Сибирь»
630049, г. Новосибирск, ул. Линейная, 28, оф. 515, тел.: +7 (383) 219-5444
644042, г. Омск, ул. Карла Маркса, 41/1, оф. 333, тел.: +7 (3812) 514-541
info@aktakom-siberia.ru www.aktakom-siberia.ru