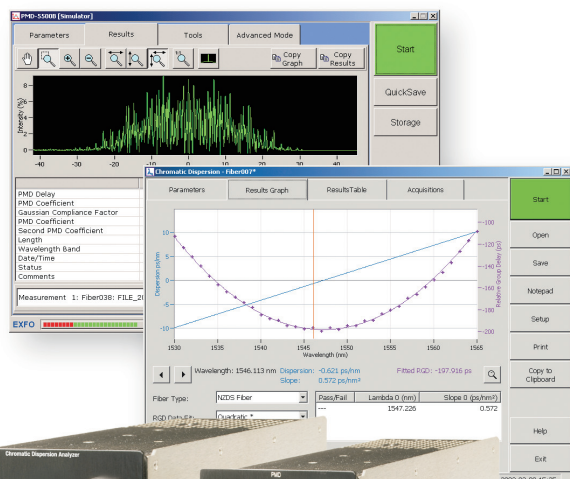


FTB-5500B/FTB-5800

ТЕСТИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ



Анализатор Поляризационной Модовой Дисперсии—FTB-5500B

- Время тестирования для любого диапазона ПМД менее 5 секунд
- Отсутствие пика автокорреляции повышает точность
- Соответствие стандартам NIST
- Идеален для измерения кабелей воздушной подвески
- Запатентованная конструкция* позволяет тестирование через усилители EDFA
- Подходит для приложений 100 Гбит/с

Анализатор Хроматической Дисперсии—FTB-5800**

- Полная оценка Хроматической Дисперсии
- Высокоточный метод измерения фазового сдвига
- Источник и приемник не требуют связи между собой
- Запатентованная конструкция* позволяет тестирование через усилители EDFA
- Подходит для приложений 100 Гбит/с

Совместимость с платформами

- Платформа FTB-500



* Ожидается получение патента, International PCT Publ. No.WO2004/070341. Метод измерения одобрен TIA-FOTP-124A.

** Защищено патентом США 6,429,929 и его аналогами в других странах.



Оценка качества сетей следующего поколения



Комбинация измерений ХД и ПМД для всесторонней оценки линии

Анализаторы компании EXFO – FTB-5500B ПМД и FTB-5800 ХД предназначены для проведения измерений на сверхпротяженных линиях и для работы с приложениями 40 Гбит/с. Они обеспечивают проведение быстрых и точных измерений, и обладают превосходной производительностью, т.е. всеми теми характеристиками, которые позволяют поддерживать высокое качество сервисов в сети. Анализаторы устанавливаются в профессиональную платформу FTB-500, где эти измерительные модули FTB-5500B и FTB-5500 могут противостоять брызгам, выдерживать удары и падения. Таким образом, эти модули прекрасно подходят как для работы на узлах связи, так и для полевых условий.



Анализаторы ХД и ПМД установленные в платформу FTB-500 производства компании EXFO

Быстрое измерение поляризационной модовой дисперсии

Поляризационная модовая дисперсия (ПМД) представляет серьезную угрозу для существующих и новых сетей. По мере повышения скоростей передачи до 10 Гбит/с и более, необходимость решения проблемы ПМД становится все более насущной. Анализатор ПМД FTB-5500B, производства компании EXFO, позволяет Вам встретить эту проблему во всеоружии. FTB-5500B быстр, надежен и всегда готов к работе независимо от того необходимо ли измерить ПМД в старых волокнах или провести модернизацию сети.



Анализатор ПМД FTB-5500B

Ключевые функции

Время тестирования 5 секунд
Нет пика автокорреляции
Тестирование через EDFA
Подходит для всех сетей

Ключевые преимущества

Больше волокон за меньшее время
Высокая точность
Уменьшение стоимости тестирования
Работа с сетями будущего: готов для приложений 100 Гбит/с, создан для протяженных и сверхпротяженных сетей

ПМД второго порядка

ПМД второго порядка вычисляется из измеренного значения ПМД. Эти данные особенно важны для многоканальной передачи и при скоростях передачи 40 Гбит/с и выше. Программное обеспечение EXFO рассчитывает задержку ПМД второго порядка и значения коэффициентов для телекоммуникационных волокон. По сравнению с простым значением ПМД эти значения позволяют более точно оценить характеристики волокон и кабелей и позволяют лучше контролировать качество передачи высокоскоростных систем.

Измерение Хроматической Дисперсии в полевых условиях

Непрекращающаяся гонка в разработке высокоскоростных передающих систем и в достижении большей пропускной способности имеет на своем пути определенные ограничения. Измерение хроматической дисперсии (ХД) становятся более и более критичными для телекоммуникационных компаний и провайдеров, которые ищут способы улучшить свои системы, модернизируя их скорости передачи. Анализатор ХД FTB-5800, производства компании EXFO, предлагает высокую производительность и позволяет проводить все виды измерений хроматической дисперсии в полевых условиях.



■ Анализатор ХД FTB-5800

Ключевые функции

Персонализированное управление данными
Метод фазового сдвига
Тестирование через EDFA
Подходит для всех сетей

Ключевые преимущества

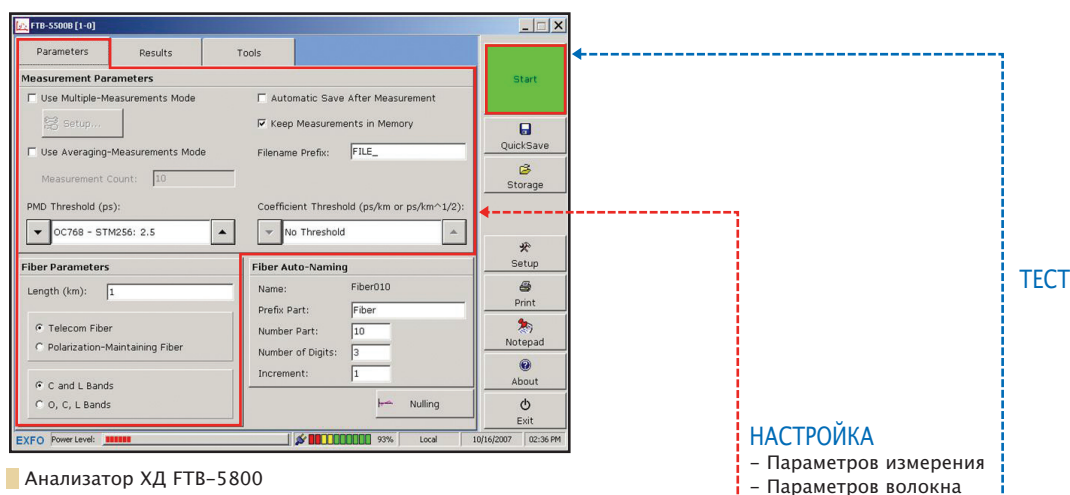
Создает понятные, гибко настраиваемые отчеты
Экстремально высокая точность
Уменьшение стоимости тестирования
Работа с сетями будущего: готов для приложений 100 Гбит/с, создан для протяженных и сверхпротяженных сетей

Положитесь на мощное программное обеспечение

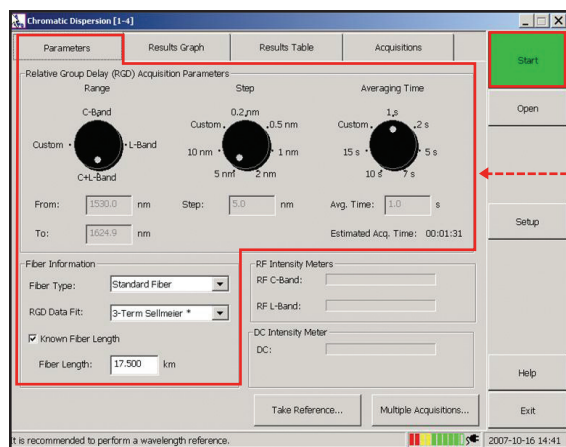
Пакет программного обеспечения EXFO ToolBox управляет приложениями модулей FTB-500. Удобный сенсорный экран обеспечивает легкий доступ к меню и функциям, что позволяет добиться высокой производительности и при этом упростить тестирование в полевых условиях.

Настройте и протестируйте.

Простые параметры настройки теста обеспечивают безошибочное тестирование.



Анализатор ХД FTB-5800



Анализатор ПМД FTB-5500B

Положитесь на мощное программное обеспечение (Продолжение)

Персонализированное управление данными позволяет создать понятные и гибко настраиваемые отчеты.

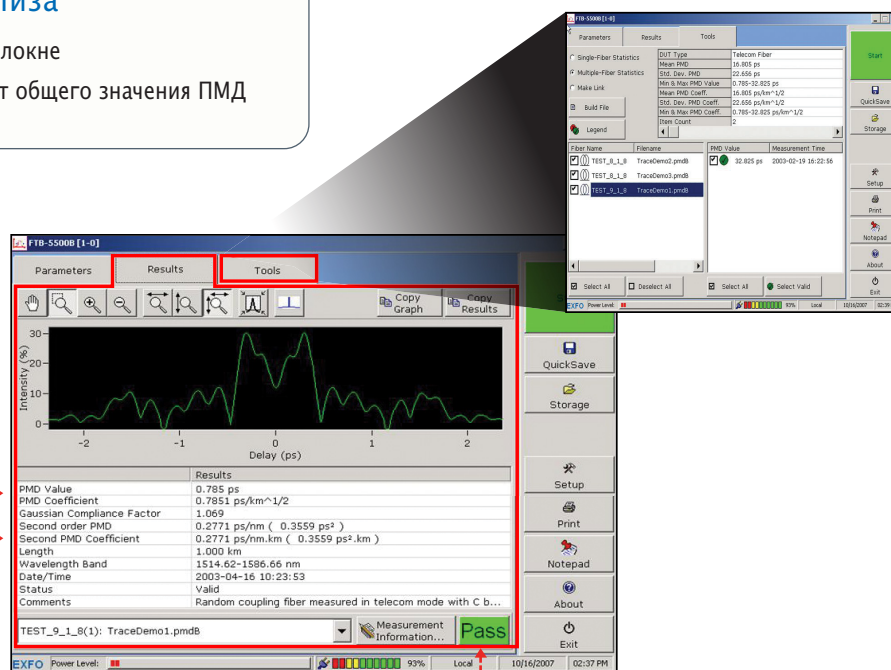
Удобства статистического анализа

- Усреднение множества тестов на одном волокне
- Сбор данных о состоянии волокон и расчет общего значения ПМД (создание линии)

Значение ПМД
Коэффициент ПМД

ПМД второго порядка
и коэффициент

Порог оценки по критерию
годен/негоден



Отображение на большом графическом дисплее дисперсии и относительной групповой задержки.

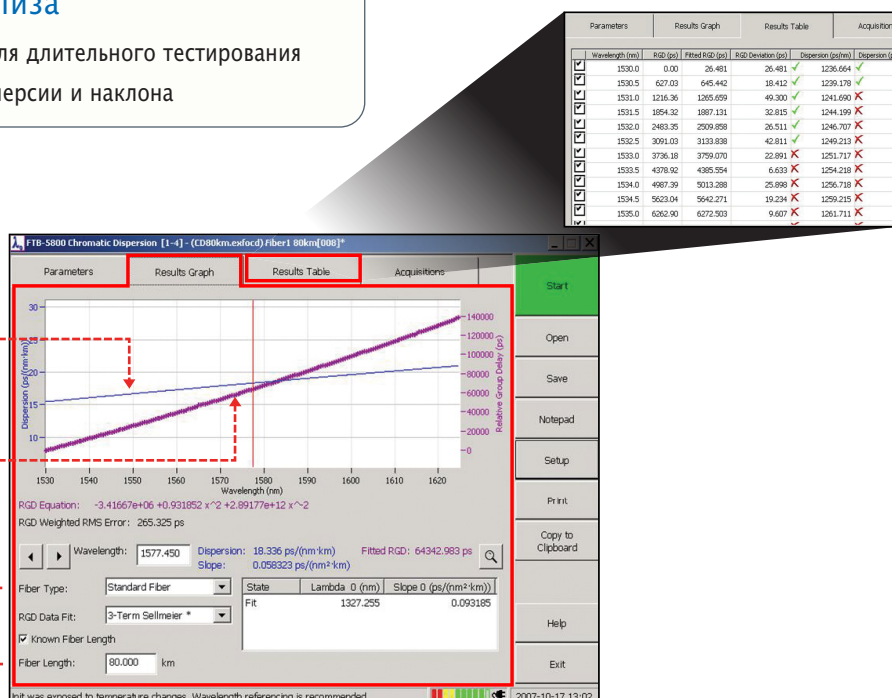
Удобства статистического анализа

- Возможность множественных измерений для длительного тестирования
- Работа с пороговыми значениями для дисперсии и наклона

Рассчитанная кривая ХД

Кривая групповой
задержки FIT

Тип волокна



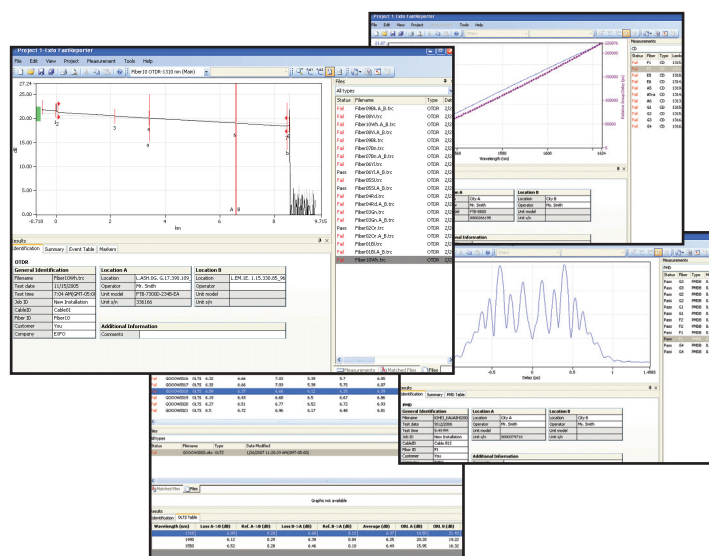
Дополнительные преимущества комбинации ХД и ПМД

Измерение сверхпротяженных линий

Теперь вы можете измерить всю линию вместо ее секций, уменьшить количество манипуляций, уменьшить время тестирования и вероятность ошибок. Благодаря тому, что фильтрация выполняется на приемнике, а не источнике, возможна передача через односторонние устройства, такие как изоляторы и EDFA. Проводилось успешное тестирование через 250 каскадированных усилителей в линии длиной более 12 000 км.

Один источник FLS-5800 для ХД и ПМД

Один источник излучения FLS-5800 для анализаторов ХД и ПМД позволит Вам оценить сразу оба вида дисперсий и, таким образом, уменьшить время измерения и минимизировать вероятность внесения человеческой ошибки.



Обработка результатов измерения с программным обеспечением FastReporter

Дополнительный пакет программного обеспечения FastReporter предоставляет в Ваше распоряжение богатый набор функций обработки данных и анализа, которые позволяют оптимизировать процесс тестирования, независимо от Ваших целей. ПО предназначено для обработки данных измерений без наличия измерительного прибора. С FastReporter Вы получаете поистине интуитивный графический интерфейс, который также вносит свой вклад в повышение эффективности процесса измерения.

Гибкая настройка отчетов

На Ваш выбор предлагается множество шаблонов отчетов, включая оценку состояния волокна, анализ ПМД и ХД. Результаты могут быть выведены в форматы PDF, Excel или HTML.

Серия Анализаторов Дисперсии EXFO: Применения

Для исключительной точности и возможностей измерять сверхпротяженные линии, компанией EXFO также предлагается Анализатор ХД FTB-5800 и Анализатор ПМД FTB-5500B. В таблице ниже приведен список применений для каждого модуля из серии анализаторов дисперсии, которые предлагаются EXFO.

		Односторонний Анализатор Дисперсии FTB-5700		
		Анализатор ПМД FTB-5500B		
		Анализатор ХД FTB-5800		
10 Гбит/с	Малые расстояния	✓	✓	✓
	Большие расстояния	✓	✓	✓
	Сверхпротяженные линии		✓	✓
	Линии с усилением		✓	✓
	Компенсация	✓	✓	✓
40 Гбит/с	Малые расстояния	✓	✓	✓
	Большие расстояния	✓	✓	✓
	Сверхпротяженные линии		✓	✓
	Линии с усилением		✓	✓
	Компенсация	✓*	✓	✓

* В зависимости от устойчивости к формату модуляции

Анализатор ПМД FTB-5500B

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон длин волн (нм)	от 1260 до 1675 (Диапазоны О – U)
Диапазон измерений (пс)	от 0 до 115
Чувствительность ^a (дБм)	-45
Время измерения (с)	4.5 (для любого значения ПМД)
Абсолютная погрешность (сильная модовая связь) ^b (пс)	± (0.020 + 2 % ПМД)
Возможность измерения через EDFA	Да (более 120 EDFA)

Примечания

- а. Типичное для диапазона С. Может быть увеличено с помощью усреднения. С FLS-5800, типичный динамический диапазон 47 дБ.
 б. Для диапазона С, с предполагаемым усреднением по всем состояниям поляризации.

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Температура работы	от 0 °C до 40 °C	(32 °F до 104 °F)
хранения	от -40 °C до 70 °C	(-40 °F до 158 °F)
Относительная влажность	0 % to 93 % без конденсата	
Размер (В x Ш x Г) (только модуль)	9.6 см x 7.6 см x 26.0 см	(3 3/4 in x 3 in x 10 1/4 in)
Вес (только модуль)	1.5 кг (3.4 lb)	

Анализатор ХД FTB-5800

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ^a

Диапазон длин волн (нм)	от 1530 до 1625 от 1200 до 1700 ^b		
Шаг длин волн (нм)	Минимум	0.1	
Количество точек измерения	Максимум	950, устанавливаемое пользователем	
Динамический диапазон ^c (дБ)		42	
Погрешность длины волны ^d (точность) (нм)		0.1	
Погрешность дисперсии ^d (точность) (пс/нм)	20 км для G.652	1.6	
	120 км для G.652	3.1	
	20 км для G.655	1.9 (гарантировано)	
		20 км	80 км
Повторяемость дисперсии ^d (пс/нм)		0.04	0.2
Повторяемость длины волны с нулевой дисперсией ^d (нм)		0.1	0.14
Повторяемость наклона дисперсии λ_0 ^d (%)		0.03	0.05
Минимальная длина волокна (км)		< 1	
Максимальная длина волокна ^e (км)		> 5400	
Время измерения для точки ^f (с)	Минимум	< 1	

Примечания

- а. Все спецификации типичны со временем усреднения 4 секунды на точку (где применяется), при температуре 23 °C ± 1 °C, с коннектором FC и после прогрева.
 б. Отображаемый диапазон. Значения могут быть экстраполированы.
 в. Динамический диапазон определяется как разница между самым сильным и самым слабым сигналом, которые приемник может обнаружить. Может потребоваться дополнительное усреднение.
 Погрешность (точность) не может быть гарантирована на предельных значениях диапазона.
 д. Диапазон C+L.
 е. Включая EDFA.
 ф. Дополнительная настройка времени может потребоваться перед первой точкой каждого диапазона.

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Размер (В x Ш x Г) (модуль)	9.6 см x 10 см x 26 см	(3 3/4 in x 3 15/16 in x 10 1/4 in)
Вес (модуль)	2 кг	(4.5 lb)

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

АНАЛИЗАТОР ПМД

FTB-5500B-XX

Коннектор *

EI-EUI-28 = UPC/DIN 47256
 EI-EUI-76 = UPC/HMS-10/AG
 EI-EUI-89 = UPC/FC узкий ключ
 EI-EUI-90 = UPC/ST
 EI-EUI-91 = UPC/SC

EI-EUI-95 = UPC/E-2000
 EA-EUI-28 = APC/DIN 47256
 EA-EUI-89 = APC/FC узкий ключ
 EA-EUI-91 = APC/SC
 EA-EUI-95 = APC/E-2000

Пример: FTB-5500B-EI-EUI-89

АНАЛИЗАТОР ХД

FTB-5800-XX

Коннектор ■

EI-EUI-28 = UPC/DIN 47256
 EI-EUI-76 = UPC/HMS-10/AG
 EI-EUI-89 = UPC/FC узкий ключ
 EI-EUI-90 = UPC/ST
 EI-EUI-91 = UPC/SC

EI-EUI-95 = UPC/E-2000
 EA-EUI-28 = APC/DIN 47256
 EA-EUI-89 = APC/FC узкий ключ
 EA-EUI-91 = APC/SC
 EA-EUI-95 = APC/E-2000

Пример: FTB-5800-EI-EUI-89

ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗАТОРОВ ХД И ПМД

FLS-5834A-XX

Модель ■

FLS-5834A = 1550 нм и 1625 нм

Коннектор ■

EI-EUI-28 = UPC/DIN 47256
 EI-EUI-76 = UPC/HMS-10/AG (только EI)
 EI-EUI-89 = UPC/FC узкий ключ
 EI-EUI-90 = UPC/ST (только EI)
 EI-EUI-91 = UPC/SC
 EI-EUI-95 = UPC/E-2000
 EA-EUI-28 = APC/DIN 47256
 EA-EUI-89 = APC/FC узкий ключ
 EA-EUI-91 = APC/SC
 EA-EUI-95 = APC/E-2000

Пример: FLS-5834A-EI-EUI-89

ПОЛЯРИЗОВАННЫЙ ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ (ТОЛЬКО ДЛЯ ПМД)

FLS-110-XXP-XX

Модель ■

FLS-110-02P = 1310 нм LED
 FLS-110-03P = 1550 нм LED

Коннектор *

58 = FC/APC узкий ключ
 89 = FC/UPC узкий ключ
 91 = SC/UPC
 EI-EUI-28 = UPC/DIN 47256
 EI-EUI-76 = UPC/HMS-10/A
 EI-EUI-89 = UPC/FC узкий ключ
 EI-EUI-90 = UPC/ST
 EI-EUI-91 = UPC/SC
 EI-EUI-95 = UPC/E-2000
 EA-EUI-28 = APC/DIN 47256
 EA-EUI-89 = APC/FC узкий ключ
 EA-EUI-91 = APC/SC
 EA-EUI-95 = APC/E-2000

Пример: FLS-110-02P-EI-EUI-89

* Универсальный интерфейс EXFO защищен патентом США 6,612,750.

SAFETY

FLS-110	ЭТОТ ПРОДУКТ СООТВЕТСТВУЕТ 21 CFR 1040.10 и 1040.11, и IEC 60825-1:1993+A1:1997.	ДИОД КЛАСС 1
FLS-5834A	IEC 60825-1:2001	ДИОД КЛАСС 1M

Центральный офис EXFO > 400 Godin Avenue, Quebec City (Quebec) G1M 2K2 CANADA | Тел.: +1 418 683-0211 | Факс: +1 418 683-2170 | info@EXFO.com

Бесплатный тел.: 1 800 663-3936 (США и Канада) | www.EXFO.com

EXFO Америка	3701 Plano Parkway, Suite 160	Plano, TX 75075 USA	Тел.: +1 800 663-3936	Факс: +1 972 836-0164
EXFO Азия	151 Chin Swee Road, #03-29 Manhattan House	SINGAPORE 169876	Тел.: +65 6333 8241	Факс: +65 6333 8242
EXFO Китай	No. 88 Fuhua First Road Central Tower, Room 801, Futian District	Shenzhen 518048 P. R. CHINA	Тел.: +86 (755) 8203 2300	Факс: +86 (755) 8203 2306
	Beijing New Century Hotel Office Tower, Room 1754-1755 No. 6 Southern Capital Gym Road	Beijing 100044 P. R. CHINA	Тел.: +86 (10) 6849 2738	Факс: +86 (10) 6849 2662
EXFO Европа	Omega Enterprise Park, Electron Way	Chandlers Ford, Hampshire S053 4SE ENGLAND	Тел.: +44 2380 246810	Факс: +44 2380 246801
EXFO Контроль качества	285 Mill Road	Chelmsford, MA 01824 USA	Тел.: +1 978 367-5600	Факс: +1 978 367-5700

Компания EXFO сертифицирована по стандарту ISO 9001 и, соответственно, аттестует качество своих продуктов. Данный прибор согласуется с частью 15 правил FCC. Работа с прибором подчиняется следующим двум условиям: (1) данное изделие не может вызывать вредных помех и (2) данное изделие может принимать любую помеху, включая помеху, которая может оказать нежелательное воздействие на работу. Компания EXFO предприняла все меры, для того, чтобы удостовериться, что информация, содержащаяся в данной спецификации, является точной. Вся выпускаемая компанией EXFO продукция соответствует директиве WEEE Европейского Союза. За дополнительной информацией обратитесь по адресу www.EXFO.com/recycle. Однако, мы не несем ответственности за любые ошибки или недочеты, и мы оставляем за собой право на изменения дизайна, характеристик и продуктов в любое время без каких-либо обязательств. Единицы измерения в этом документе соответствуют стандартам SI и общепринятой практике. Свяжитесь с EXFO для получения информации о ценах и наличии продуктов или для получения телефонного номера дистрибьютора в вашем регионе.

За наиболее свежей версией данной спецификации, пожалуйста, посетите сайт компании EXFO по адресу <http://www.EXFO.com/specs>

В случае разногласий, версия, опубликованная на сайте, имеет преимущество перед любой печатной литературой.

WHY TEST FOR CHROMATIC DISPERSION AND POLARIZATION MODE DISPERSION?

Mike Andrews, Senior Technical Sales Specialist, EXFO

Francis Audet, Senior Product Manager, EXFO

Chromatic Dispersion

Chromatic dispersion (CD) has been a known fact for almost a decade now, yet testing for it on OC-192/STM-64 is not always done de facto. This may lead to major problems, especially today due to the optical distances on the core network reaching unprecedented lengths, and also in the metro environment with the birth of the mesh network topology. But now, with the current penetration of 40 Gbit/s, or OC-768/STM-256, CD is becoming an even bigger issue.

Most system providers find original ways to help dealing with CD to some extent, but they cannot completely mitigate this challenge. For example, the native OC-192/STM-64 transmission format is non-return-to-zero transmission. If this were to be used at OC-768/STM-256, the CD tolerances would be such that compensation would be required after 6 to 7 km of G.652 singlemode optical fiber—which is not a viable solution. On the other hand, no standards exist to define how 40 Gbit/s should be implemented; hence, every system provider has its own recipe, at very variable costs but also variable CD tolerance levels. The following chart shows some of these differences:

Modulation Format		On-Off NRZ	Duobinary	DQPSK
Symbol rate	Gbaud	43.018	43.018	21.509
CD tolerance for 2 dB OSNR penalty	ps/nm	±65	±100	±125
Maximum average PMD for 1 dB OSNR penalty	ps	2.5	2.5	7

So even the most resistant OC-768/STM-256 (40 Gbit/s) can only tolerate a fraction of what OC-192/STM-64 (10 Gbit/s) can accept, which is approximately 1100 ps/nm.

Prior to this, dispersion was compensated via simple dispersion-compensating modules (DCMs), which are deployed automatically and installed by system vendors. Plus, additional pre- or post-testing was not always required, and very seldom performed. In principle, while the DCMs included cancel the dispersion of the optical fiber spans, there are several reasons why this is not exact and why the residual dispersion must be taken into account:

- The change in dispersion with wavelength is often somewhat different for the transmission optical fiber than for the compensators. This means that if the dispersion of the optical fiber is exactly matched for a channel in the middle of the DWDM, there will be a mismatch for channels on the edge, which will lead to a positive residual dispersion at one end and a negative residual dispersion at the other.
- While the optical fiber dispersion is fairly tightly constrained, there is a variation in the actual dispersion per unit length at a single wavelength due to optical fiber variability. For example, for G.652 optical fiber, the dispersion coefficient may vary from 16.9 to 18.2 ps/nm/km at 1550 nm. Likewise, there is a variation from module to module associated with DCMs.

- DCMs are usually only available in a set of values with discrete steps between them. In contrast, installation constraints (e.g., hut positions and available rights of way) mean that the span length in a practical system is often quite different from the nominal value, leading to residual dispersion at all channel wavelengths.
- In a mesh metro network where there is more than one possible route between two particular endpoints, the optical channel may be switched to an alternative route. In this case, while the residual dispersion of the primary path through the network may be acceptable, the residual dispersion of any alternative path that might be required must also be checked as it may be quite different.

Most of the installed optical fiber base, both in long-haul and metro networks, is standard singlemode optical fiber as defined by the ITU-T G.652. CD of such optical fiber can vary such as:

Channel Wavelength (nm)	Min. (ps/nm/km)	Max. (ps/nm/km)
1531.12	Very sensitive	Sensitive
1546.92	Very sensitive	Very sensitive
1562.23	Sensitive	Sensitive

In addition, the aforementioned DCM also has intrinsic uncertainty and variability. Here is an example with a 80 km DCM:

Channel Wavelength (nm)	80 km DCM	
	Min. (ps/nm/km)	Max. (ps/nm/km)
1531.12	-1278	-1215
1546.92	-1355	-1288
1562.23	-1431	-1361

As previously mentioned, DCMs are usually only available in a set of values with discrete steps between them—not per kilometer. One selects the unit which is closest to the total distance to compensate for.

So for a long-haul route of 495 km of optical fiber, DCMs will be applied for 500 km. To this, one needs to add the dispersion of all network elements, either EDFAs, fixed or reconfigurable optical add-drop multiplexers (ROADM), etc. Typical per-channel CD for such elements is in the ± 30 ps/nm range.

Making the calculation for 495 km of optical fiber, plus six DCMs of 80 km and one of 20 km, plus four network elements (EDFAs), we get:

$$1531.12 \text{ nm minimum residual dispersion} = 15.69 * 495 + 6.25 \times -1278 + 4 \times -30 = -341 \text{ ps/nm}$$

$$1531.12 \text{ nm maximum residual dispersion} = 17.10 * 495 + 6.25 \times -1215 + 4 \times 30 = 990.75 \text{ ps/nm}$$

These results and those for the other wavelengths are summarized in the table below:

Maximum and minimum end-to-end residual dispersion values (worst case)

Channel Wavelength (nm)	Min. (ps/nm/km)	Max. (ps/nm/km)
1531.12	-341	991
1546.92	-342	994
1562.23	-361	974

These values are very close to the acceptable limit for 10 Gbit/s transmission. The calculation can easily be redone with slightly different parameters (a few extra ROADMs in a mesh network, longer links in a long-haul network, etc.) and be over the acceptable limit for 10 Gbit/s.

But as for 40 Gbit/s, depending on the implementation, the typical acceptable CD is often less than 125 ps/nm, making this residual CD much too high for 40 Gbit/s transmission, even though each individual 80 km section may be within tolerance.

The advent of longer optical links and the birth of mesh networks put the poorly compensated residual CD very close to the danger zone for 10 Gbit/s transmission, and beyond the acceptable limit for 40 Gbit/s transmission. On the other hand, accurately testing for this parameter allows one to fine-tune each stage of compensation, as well as perform (if required) end-to-end compensation adjustments to remove excess residual dispersion.

Polarization Mode Dispersion

Polarization mode dispersion (PMD) is a consequence of certain physical properties of optical fiber that result in distortion of optical pulses. These distortions result in dispersion of the optical pulse over time, as well as a reduction in peak power. While the outcome of PMD-induced distortion is similar to CD, it is not accumulated linearly, but stochastically. This means that its value cannot be predicted from one instant to the next, but its distribution (occurrence within a predictable range) can.

Complicating factors that contribute to this unpredictability are as diverse as temperature change on optical fiber, wind load and wind turbulence on aerial optical fiber, and ice loading changing stresses on aerial optical fiber. One additional and significant constraint associated with characterizing and measuring PMD on optical fiber is the date of manufacture. In fact, optical fiber manufactured before approximately 1994 may not have been designed with PMD mitigation in mind.

Because PMD is somewhat random (stochastic) and because many legacy networks have fiber manufactured before 1994, it is important to understand its contribution to signal degradation and minimize its impact. In short, PMD is not stable or generally predictable based on any known physical characteristic of the optical fiber at the time of manufacture. It must be measured in situ, i.e., after installation.

Many transmission equipment manufacturers are working on new methods and techniques to minimize the impact of PMD on digital signals transmitted over a variety of optical fiber types. The dominant course of investigation centers on modulation methods. By carefully choosing modulation and demodulation methods, vendors hope to minimize the impact of PMD on the quality of their digital transmissions.

While work continues on modulation formats and methods, these general thresholds must be applied to the decision-making process regarding the fitness of optical fiber links for specific modulation rates.

Bit Rate (Gbit/s)	Max. PMD (ps)	PMD Coefficient (ps/(sqrt(km)))
2.5	40	<2.0
10	10 (with no FEC)	<0.5
20	5	<0.25
40	2.5	<0.125

Decision-Making Matrix

Deciding whether or not one should characterize a fiber-optic link or route for dispersion (both CD and PMD) will quickly become a challenging exercise. The dilemma arises when there is significant pressure to cut corners to save time or money. However, one must consider the following: a DWDM route or ring populated with 10 Gbit/s data rates will likely have one or more 40 Gbit/s wavelength added in the future. At that time, it will be nearly impossible to temporarily remove dozens of active wavelengths from service to characterize the optical fiber carrying them. This one factor alone should motivate all service providers to fully characterize their optical fiber links while they can. Otherwise, they may find themselves painted into a corner in the very near future and unable to increase bandwidth on their optical fiber links.

Given that several factors must be considered before choosing to test an optical link for dispersion, this matrix will help with the decision-making process.

Conditions	<30 km	>30 km
Increasing bandwidth to 40 Gbit/s	Always	Always
Increasing bandwidth to 10 Gbit/s	Recommended	Always
Network contains pre-1994 fiber	Always	Always
DWDM network designed for 10 Gbit/s per wavelength but may move to 40 Gbit/s on one or more wavelengths in the future	Always	Always

It has been said that characterizing an optical fiber network is optional for short links. In fact, not knowing the other characteristics of the link, such as link loss and optical return loss, can and often will lead to the inability to fully utilize the amazing amount of bandwidth available in optical fiber. So, given the conditions that require testing dispersion and the fact that other physical parameters must be evaluated, it is prudent that service providers test and fully characterize all fiber links as early as possible in their normal lifecycle.

EXFO Corporate Headquarters > 400 Godin Avenue, Quebec City (Quebec) G1M 2K2 CANADA | Tel.: +1 418 683-0211 | Fax: +1 418 683-2170 | info@EXFO.com

Toll-free: +1 800 663-3936 (USA and Canada) | www.EXFO.com

EXFO America	3701 Plano Parkway, Suite 160	Plano, TX 75075 USA	Tel.: +1 800 663-3936	Fax: +1 972 836-0164
EXFO Asia	151 Chin Swee Road, #03-29 Manhattan House	SINGAPORE 169876	Tel.: +65 6333 8241	Fax: +65 6333 8242
EXFO China	Tower C, Beijing Global Trade Center, Room 1207 36 North Third Ring Road East, Dongcheng District	Beijing 100013 P. R. CHINA	Tel.: +86 10 5825 7755	Fax: +86 10 5825 7722
EXFO Europe	Omega Enterprise Park, Electron Way	Chandlers Ford, Hampshire S053 4SE ENGLAND	Tel.: +44 2380 246810	Fax: +44 2380 246801
EXFO Service Assurance	285 Mill Road	Chelmsford, MA 01824 USA	Tel.: +1 978 367-5600	Fax: +1 978 367-5700