

ÁTVITELTECHNIKAI MÉRÉSEK ÚJDONSÁGAI

Vasutas Távközlési Klubnap

Uhereczky Gábor

ELSINCO Budapest Kft

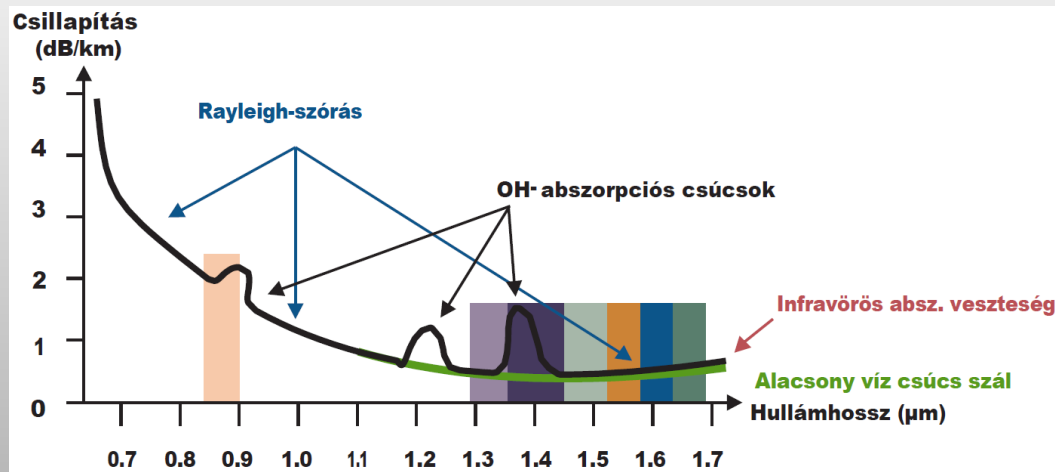
2022.01.27.

Miről lesz szó?

1. Átvitelt befolyásoló tényezők és mérésük
2. Új generációs OTDR és beiktatási csillapítás mérő műszerek
3. Optikai szálhegesztés, gyakorlati tapasztalatok héjra és magra illesztő szálhegesztők esetén

1.1 Fényátvitelt meghatározó tényezők

- **Csillapítás:** a szálon áthaladó fény veszít az optikai teljesítményéből a szóródás, abszorpció és egyéb sugárzási veszteségek miatt
- **Diszperzió:** magas átviteli sebesség vagy nagy távolság esetén korlátozzák az információátviteli kapacitást. A fényimpulzusok szétterülnek, vagy megnyúlnak ahogy a fény áthalad a szálon.



1.2 Csillapítások forrásai

- Az optikai linken fellépő csillapítások forrása
 - Szálcsillapítás 1310nm-en 0,39 dB/km, 1550nm-en 0,22 dB/km
 - Hegesztett kötések csillapításai (0,01-0,05 dB)
 - Optikai csatlakozók csillapításai (0,2-0,5 dB)
 - WDM csatoló csillapítás (ha 1550nm-en KTV jel is van) 0,7-1 dB
 - Egyéb hatásokból eredő veszteségek
 - Osztók csillapításai 3,4 – 18 dB

Osztásarány	Csillapítás
1:2	3,4... 3,9 dB
1:4	6,5... 8,0 dB
1:8	9,5... 11,6 dB
1:16	12,6... 14,0 dB
1:32	15,8... 18 dB

1.3 Optikai beiktatási csillapítás mérő

- Tier 1 (TIA) vagy Basic (ISO) mérés
 - Legfontosabb optikai alap mérés: hossz, csillapítás és polaritás mérése.
 - Mire jó ez a mérés?
 - Az optikai berendezések mekkora csillapítást fognak érzékelni az interfészeik között.
 - Mire nem jó?
 - Nem tudunk hibahelyet behatározni (szakadás, nagy reflexió, nagy csillapítás)
 - Csak akkor végezhető el, ha az optikai szál folytonos



1.4 OTDR (Visszaszórásos mérés)

- Tier 2 (TIA) vagy Extended (ISO) mérés
 - Ha a csillapítás- és reflexió mérések eredményei hibákra adnak okot
 - Ha többre van szükség, mint csak a teljes optikai link csillapítása -> optikai komponensek csillapításai (kábel, csatlakozók, kötések) is szükségesek
 - Az OTDR-t alkalmazva a hibahelyek jól behatározhatók
 - **Üzem közbeni mérések:**
 - 1625nm helyett **1650nm** alkalmazása például a PtP WDM miatt
 - **Megelőzendő** , hogy az OLT-ből 1490nm-en kibocsátott fényimpulzus megzavarja az OTDR műszert
 - Erre **megoldás** az OTDR 1650nm-es szűrt portja (Live port)



Átviteltechnikai mérések újdonságai

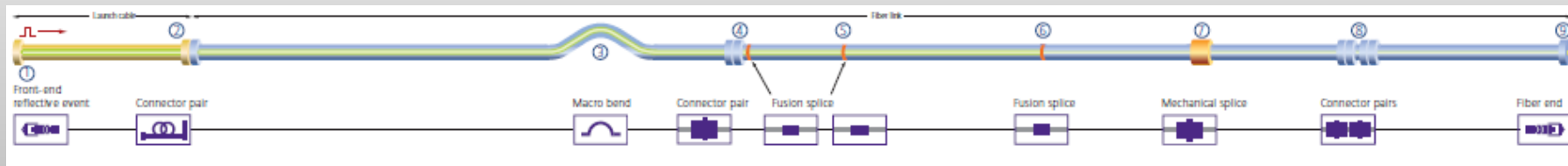
1. Átvitelt befolyásoló tényezők és méréjük
2. Új generációs OTDR és beiktatási csillapítás mérő műszerek
3. Optikai szálhegesztés, gyakorlati tapasztalatok héjra és magra illesztő szálhegesztők esetén

2.1 Mit mér az OTDR?

- Az OTDR rövid fényimpulzusokat bocsát ki és az időtartománybeli reflexiókat méri. Detektálja, lokalizálja az események jellemzőit az optikai szakasz mentén, elegendő egy irányból is mérni vele.
 - **Csillapítás** (attenuation) vagy szálveszteség (fiber loss): két pont közötti veszteséget mutatja meg az optikai szakaszon
 - **Esemény veszteség/csillapítás** (event loss): az esemény előtti és utáni optikai teljesítményszint különbsége
 - **Reflexió** (reflectance): a hálózat egy adott pontjáról reflektált teljesítmény a haladó jel teljesítményéhez viszonyítva (negatív)
 - **Optikai reflexió csillapítás** (ORL): a haladó jelek és a reflektált jelek viszonya (pozitív)

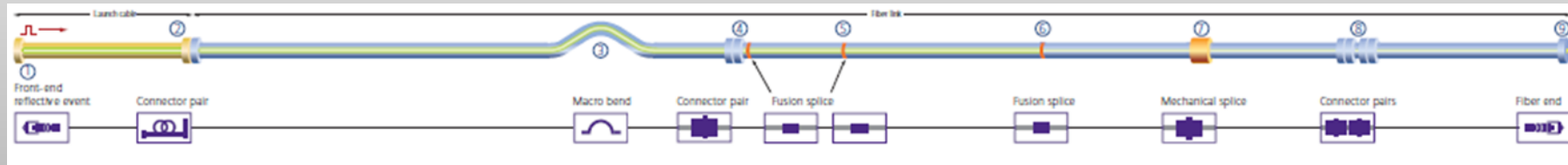
2.2 OTDR görbén található események

- **Közelvégi reflektált esemény** (front end reflective event): csatlakozó az OTDR és az előtetszál között
- **Csatlakozó** (connector): reflexiója: PC -45 dB, UPC -55 dB, APC -65dB; beiktatási csillapítása (IL): -0,5 dB
- **Makró hajlítás** (macro bend): nagyobb hullámhosszon nagyobb a csillapítása. Hegesztéstől való megkülönböztetéshez két különböző hullámhosszon való mérés szükséges (reflexiója: nincs, IL: hullámhossztól függ)



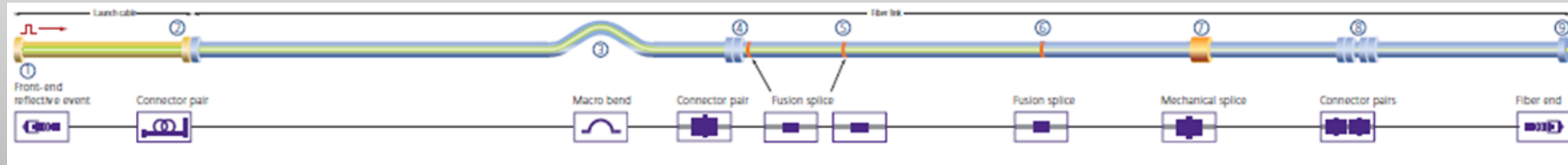
2.3 OTDR görbén található események

- **Kötés** (fusion splice): reflexiója nincs, IL: $<-0,1$ dB
- **Mechanikus összeillesztés** (mechanical splice): mechanikus összeillesztése két optikai szálnak (reflexiója: -55 dB, IL: -0,5 dB)
- **Szálvég vagy szakadás (fiber end or break)**: ahol a szál végződik, a reflexió függ a szálvég csiszolásától (lezáratlan PC csatlakozó -14 dB, lezáratlan APC -45 dB), IL: magas



2.4 OTDR görbén található események

- **Osztó (splitter):** hálózatban elhelyezett passzív elem általában max. 64-es osztású splitterek
- **Szellem (ghost) jelenség:** a nagy reflexió okozza, megjelenik egy esemény a trace-ben, mint egy visszhang, leggyakrabban a szálvége után (reflexiója kisebb, mint a visszhang esemény forrása, IL: nincs)
- **Elő- és utótét szál (launch/receiver fiber):** a mért optikai kábel első és utolsó csatlakozójának csillapítását is mérni tudjuk pl. 10 μ s impulzusszélesség esetén 1 km a holtzóna

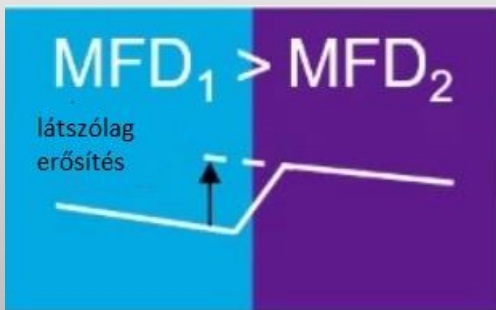


2.5 OTDR mérés további jellemzői

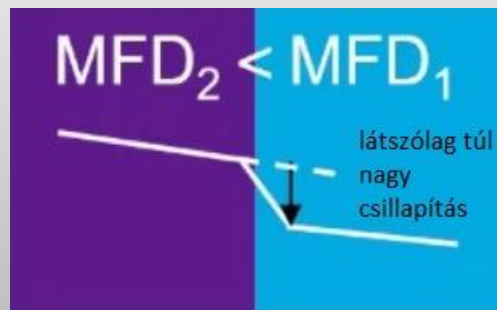
- **Csillapítási holtzóna (ADZ):** az a minimális távolság a reflektív esemény (pl. csatlakozó) után ahol egy nem reflektív esemény (kötés) mérhető.
Kisebb impulzusszélességgel csökkenthető.
- **Esemény holtzóna (EDZ):** a minimális távolság amely esetén meg tudunk különböztetni két egymást követő telítetlen reflektív eseményt.
Kisebb impulzusszélességgel csökkenthető -> felbontás javul, dinamika tartomány csökk.
- **Kétirányú mérés:** rossz visszaszórási (backscatter) együttható esetén a hegesztés erősítésnek látszódhat egyik irányból, ezért a másik irányból is mérésre lehet szükség (különböző **MFD** értékek)

2.6 Mi az az MFD?

- **MFD:** Mode Field Diameter – Módusmező átmérő
 - Ez az optikai szálnak az a része, amelyben a fény terjed. Nagyrészt az optikai szál magja, és egy kis rész még a köpenyből.
 - Mérete optikai szál gyártónként eltérő, még ugyanazon száltípus esetén is, illetve gyártón belül is eltérő lehet száltípusonként.
 - Ez pontatlanságot okoz egyirányú teszteknel, és ezért **kétirányú mérésre** lehet szükség.



Szál 1 nagyobb MFD



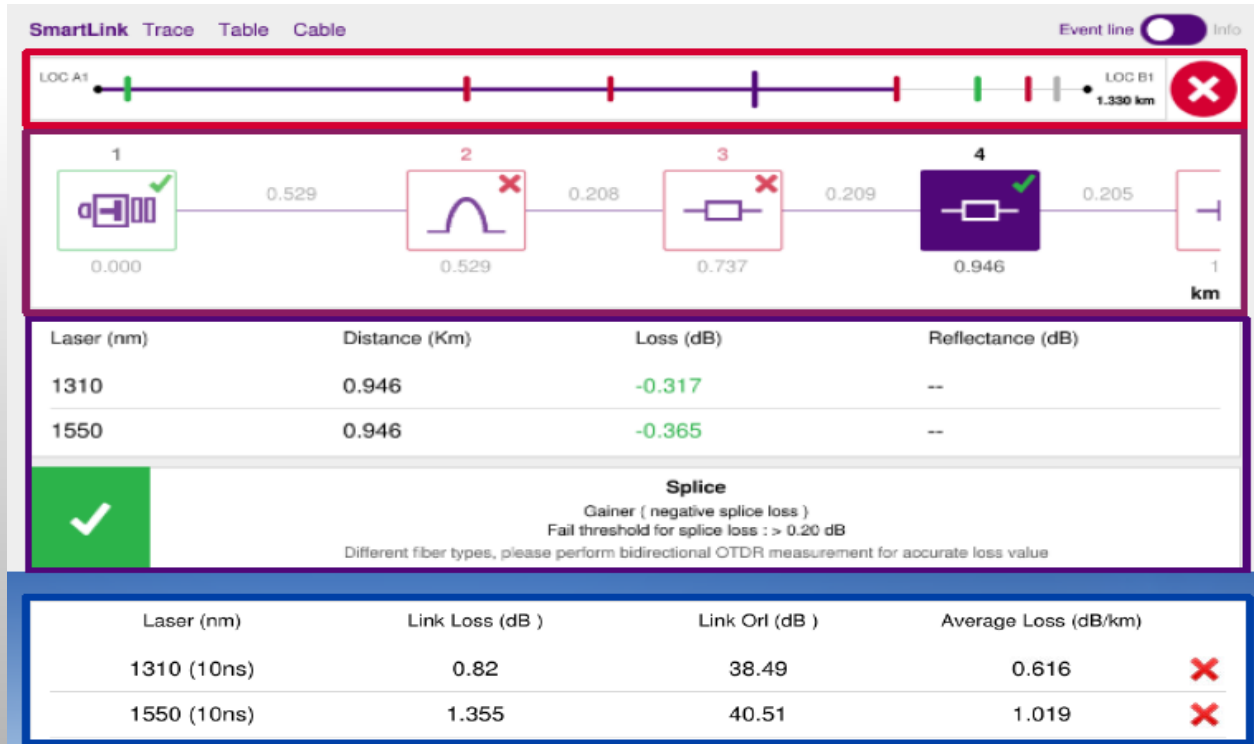
Szál 2 kisebb MFD

2.7 Események kiértékelése az OTDR görbén

- Probléma OTDR mérés kiértékelése:
 - Az OTDR görbe megfelelő leolvasása a gyakorlatlan technikusok számára problémát jelenthet
- Megoldás:
 - SLM (Smart Link Mapper) szoftver, amely ikonos formában egyértelműen azonosítja a hálózati elemeket, hibákat
 - Előnyei a megoldásnak:
 - **Kiküszöböli** az emberi értelmezési hibákat
 - Optikai linkek sokkal **gyorsabb kiértékelése**
 - **Pass/fail** információk azonnali megjelenítése a beállított IEC/TIA szabvány határértékeknek megfelelően -> **hálózati elemek minősítése**
 - **Egy gombnyomással átváltás a grafikon és az ikonos nézet között**

2.8 Események automatikus kiértékelése

- SLM – Ikonos kiértékelése az OTDR görbének



2.9 Új felhasználói felület az OTDR műszeren

- Ikonos, grafikonos, táblázatos nézetek
 - Egy gombnyomással váltás a nézetek között



SmartLink

Trace

Table

2.10 OTDR műszeren történő kiértékelés

- Műszeren pdf riport generálása közvetlenül

File: Cable5 Test: Pass

Head: HTS 4000 SR 3022 Model: 4126 PR SR 1714 Date: 2011/02/12 16:04

Cable Id: Cable5
 Fiber Id: Fib 228
 Location A: Stuttgart
 Location B: Munich
 Direction: B->A
 Operator: J.Schmitt

Comment:

Fib #	Avg Loss	Avg Loss	ORL A	ORL A	ORL B	ORL B
	1310	1550	1310	1550	1310	1550
109	18.14	10.73	30.84	30.55	30.14	21.19
110	18.73	11.70	30.92	32.88	30.06	21.24
111	19.19	10.76	30.67	30.55	29.17	21.25
112	18.88	16.90	31.79	42.60	28.19	21.80
113	18.93	18.33	33.13	+55.00	28.19	21.80
114	19.02	21.92	30.60	30.49	29.22	21.26
115	18.43	15.85	31.29	42.07	28.19	21.32
116	18.92	20.01	30.77	+55.00	28.23	21.33
117	18.15	10.76	30.75	30.79	28.21	21.26
118	18.13	10.25	30.77	30.65	28.13	21.27



Operator: []

Probe: FBP-P5000i serial 261

Test date: 22/11/2011 13:34

Fiber ID: 1

Profile: SM_APC_IEC-61300-3-35

PASS

Inspection summary

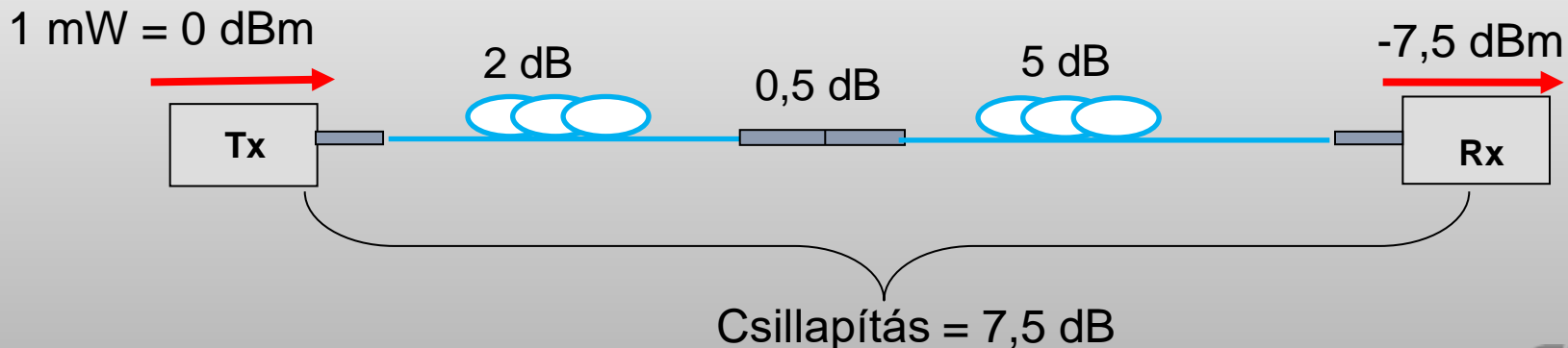
Zone	Diameter		Defects		Scratches	
	Inner	Outer	Result	Count	Result	Count
Zone_A	0.000	25.000	FAIL	0	PASS	0
Zone_B	25.000	120.000	FAIL	1	PASS	0
Zone_C	120.000	130.000	FAIL	1	PASS	0
Zone_D	130.000	250.000	FAIL	0	PASS	0

Low magnification:

High magnification:

2.11 Beiktatási csillapítás mérése

- A csillapításmérés referenciamérés, nem abszolút mérés
- A pontos beiktatási csillapítás méréshez első lépés a referencia beállítása
- Ezzel „kinullázzuk” a mérőkábeleket és a csatlakozókat



2.12 Beiktatási csillapítás mérése

- Referenciaszint beállítása (0 dB)

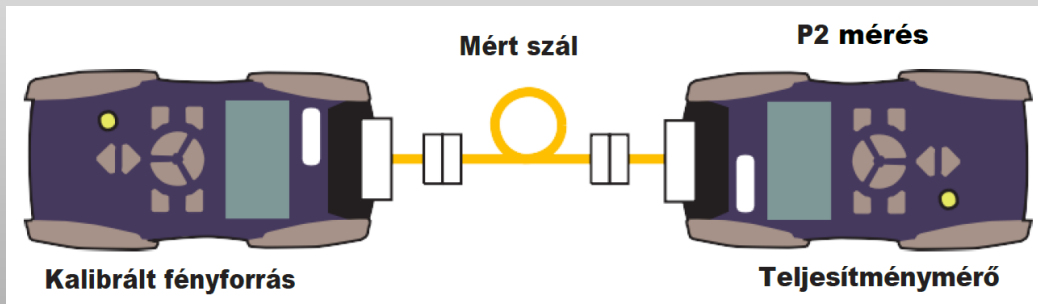
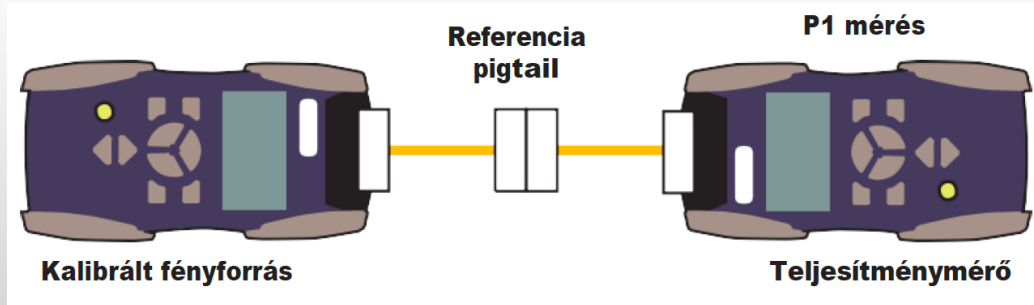
A referenciamódszeren alapuló, mérésben szereplő csillapítások



2.13 Beiktatási csillapítás mérése

- **Tradicionális mérés**

- egyik végponton kalibrált fényforrás, másik végponton teljesítménymérő
- $a(\text{dBm}) = P1(\text{dBm}) - P2(\text{dBm})$

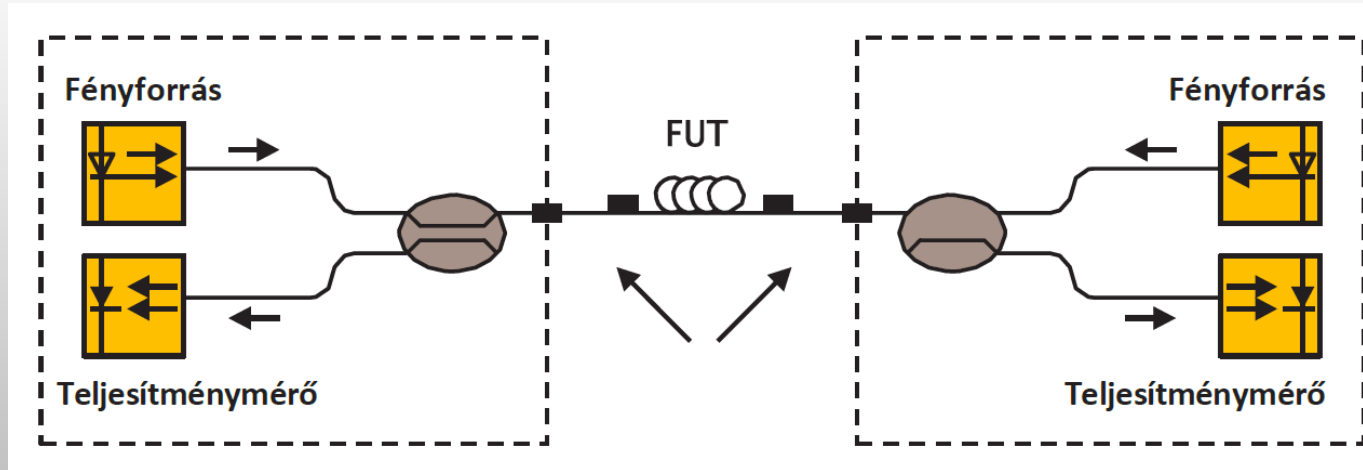


2.14 Beiktatási csillapítás mérése

- **LTS – csillapítás mérő szettek**
 - Egy műszerben található a fényforrás és a teljesítménymérő is
 - De külön adó és vevő port
 - Nem szükséges a műszerek szállítása
 - 1-1 db elég a két végponton a kétirányú méréshez

2.15 Beiktatási csillapítás mérése

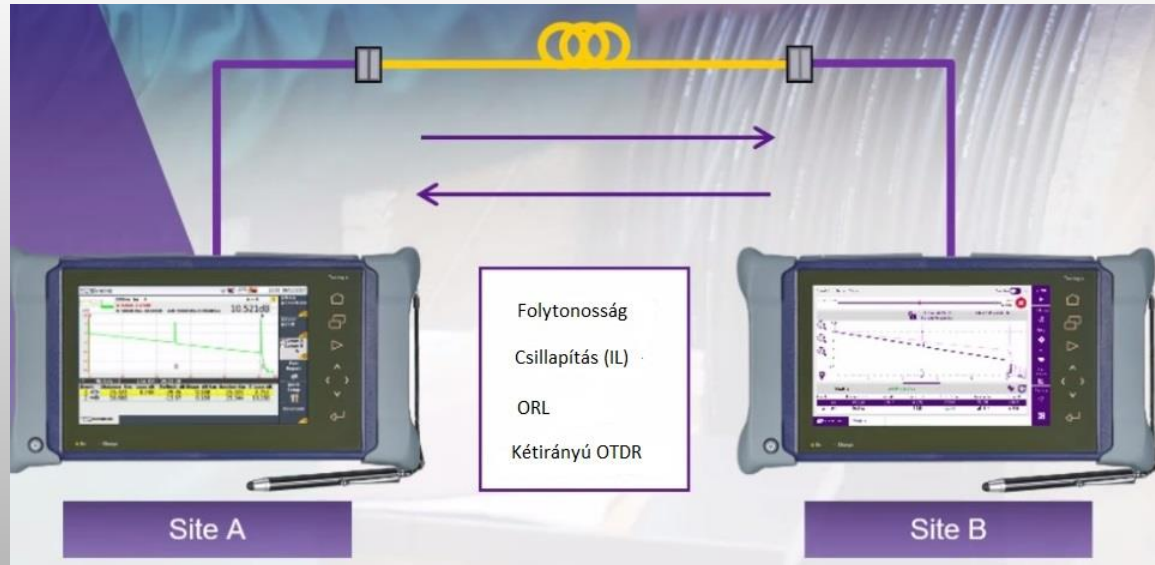
- **Kétirányú csillapítás mérő szettek**
 - Egy műszerben található a fényforrás és a teljesítménymérő is
 - Ugyanarra a portra csatlakozik az adó és vevő is egy iránycsatolón keresztül



2.16 Beiktatási csillapítás mérése

- Viavi FiberComplete műszerek
- OTDR mérés és beiktatási csillapítás mérése ugyanazon műszerrel

FUT – mérendő optikai link



2.17 FiberComplete

- Előnyei:
 - Teljesen automatizált folyamat – egy gomb megnyomásával, egy porton
 - Azonnali folytonosság ellenőrzés és hossz mérése
 - Teljes minősítés:
 - IL és ORL mérés mindkét irányba
 - Kétirányú OTDR mérés (valós átlagértékekkel)
 - Távolvégi eszköz vezérlése
 - Datalink: a mérési adatok és beállítások kicserélésre kerülnek az eszközök között
 - Kombinált riport közvetlenül a műszeren (FCPRO)
 - Skálázhatóság (IL és ORL mérési képesség szoftveresen kiegészíthető OTDR mérés képességgel)

Átviteltechnikai mérések újdonságai

1. Átvitelt befolyásoló tényezők és méréjük
2. Új generációs OTDR és beiktatási csillapítás mérő műszerek
3. Optikai szálhegesztés, gyakorlati tapasztalatok héjra és magra illesztő szálhegesztők esetén

3.1 Szálhegesztés - gyakorlati tapasztalatok magra illesztő esetén

- Magra illesztő szálhegesztő – fontos szempontok
 - Átlagos kötési csillapítási érték
 - Kötés csillapításának megfelelő pontosságú becslése (főként az optikai egység felbontásától függ)
 - Gyorsaság kötés és zsugorítás szempontjából (pl. 2 kemence)
 - Törési szög problémája
 - Nagyobb törési szög esetén is jó kötési csillapítás
 - Hordozhatóság
 - Kötési és zsugorítási ciklusok száma egy feltöltéssel
 - Univerzális Szálbefogó cserélhetősége
 - Elektróda könnyű cserélhetősége
 - IPxx szabványnak maradéktalan megfelelése
 - Optika védelme
 - Könnyű kezelhetőség



3.2 Szálhegesztés újdonságai magra illesztő esetén



- **T-72C+ magra illesztő nagy pontosságú optikai szálhegesztő NanoTune™ technológiával**
 - NanoTune™ technológia – szálvég MI analízis felhasználásával a lehető legjobb kötési csillapítás elérése rossz törési szögek esetén is (újrakötések minimalizálása, 2/3-a kiküszöbölhető ezzel a technológiával)
 - A legrövidebb elérhető zsugorítási idő: akár 8 mp a "slim 60mm 0.25 Quick" módban, párhuzamosan 2 kemence működtetése
 - Az optimalizált energiafelhasználásnak köszönhetően akár 320 kötés és zsugorítási ciklus is elvégezhető egy feltöltéssel
 - Karbantartásra figyelmeztető üzenet a kijelzőn, amikor a hegesztőnek valamilyen kopó alkatrész cseréjére, vagy egyéb karbantartásra van szüksége
 - Nagy tárolókapacitás a hegesztési adatok/képek tárolásához (akár 20.000 hegesztési adat tárolása SD kártyával)
 - Kibővített használati lehetőségek a gyártó mobiltelefonos alkalmazásán keresztül: hegesztési adatok menedzselése, riport generálása, karbantartásra figyelmeztetés az adatok elemzésével, távoli lezárás, firmware frissítés, stb.
 - Bővített beépített oktató videók a hegesztő használatáról és karbantartásáról
 - IPx1 és IP5x szabványoknak megfelelő víz és por ellenállóság

3.3 Szálhegesztés – gyakorlati tapasztalatok héjra illesztő esetén

- Héjra illesztő szálhegesztő – fontos szempontok
 - Aktív V-vájatos (tehát nem csak x irányú egyszerű szál összetolás, hanem függőleges és vízszintes irányú kitérésre is képes)
 - Mekkora eltérés kompenzációjára képes a szálak között
 - Törési szög problémája
 - Hordozhatóság
 - Univerzális Szálbefogó cserélhetősége
 - Elektróda könnyű cserélhetősége
 - IPxx szabványnak maradéktalan megfelelése
 - Optika védelme
 - Könnyű kezelhetőség
 - Bőrönd funkcionalitása



3.4 Szálhegesztés újdonságai héjra illesztő esetén



- **T-502S** aktív V-vájatos optikai héjra illesztő szálhegesztő

- Rendkívül gyors hegesztési idő (6 mp - Quick módban)
- Gyorsabb zsugorítási ciklus az elődjéhez képest: 12 sec
- Aktív V-vájat: 125um eltérést is tökéletesen ki tud kompenzálni a hegesztés során. Ennek előnye, hogy sokkal kevésbé érzékeny a V-vájat koszolódására
- NanoTune™ technológia – szálvég MI analízis felhasználásával a lehető legjobb hegesztési csillapítás elérése rossz törési szögek esetén is (újrakötések minimalizálása, 2/3-a kiküszöbölhető)
- Első héjra illesztő szálhegesztő szálfelismeréssel
- Univerzális szálbefogók (250um-es optikai szálaktól egészen a 3mm-es merev és drop kábelekg, cserélhetőek
- Nagyon könnyen kezelhető felhasználói felület: intuitív, érintőkijelzővel, húzás és kétujjas nagyítás funkcióval
- IPx1 és IP5x szabványoknak megfelelő víz és por ellenállóság
- A legkönnyebb héjra illesztő gép a piacon, 1,1 kg
- HCA analízis: mag pozíció analízis a hegesztés során, nagy pontosságú csillapítás előrejelzés
- Pass/Fail analízis: megfelelt vagy nem megfelelt a hegesztési csillapítás



Köszönöm a figyelmet!