

Fiber Radio rendszerek

Gerhátné Udvary Eszter

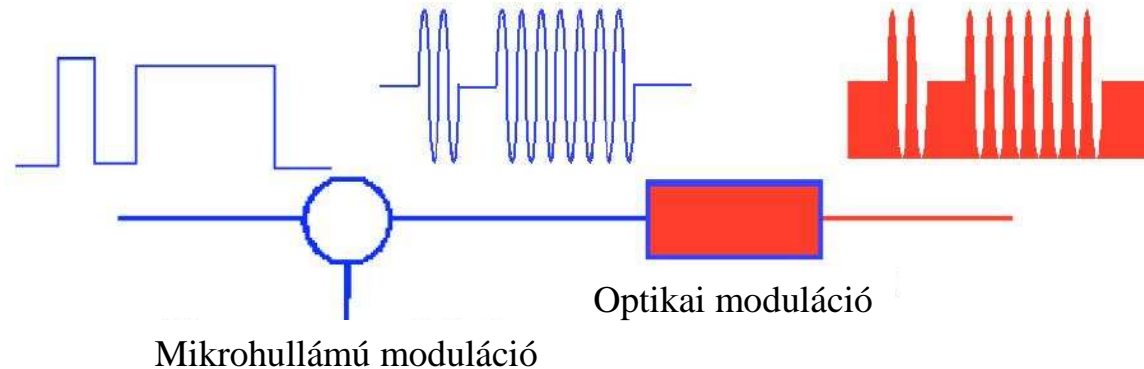
udvary@hvt.bme.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék
Optikai és Mikrohullámú Laboratórium

Tartalom

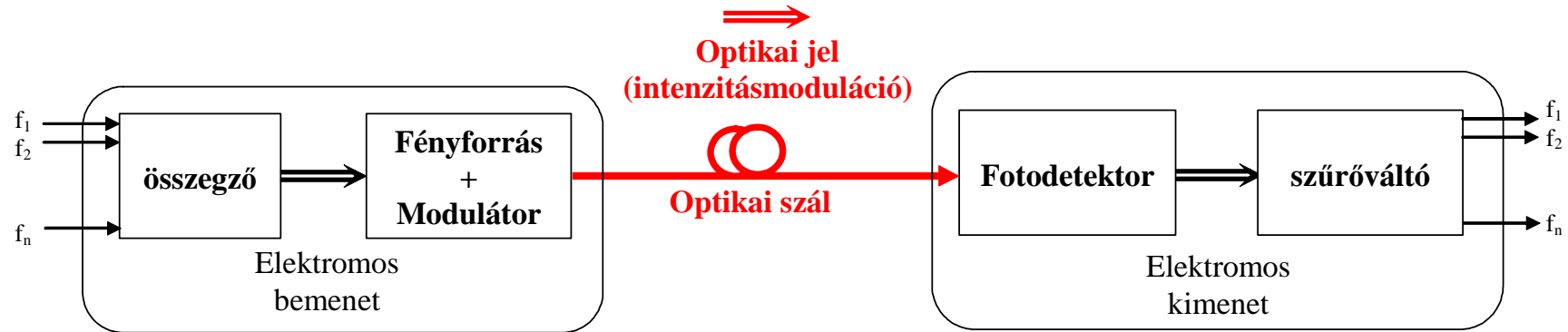
- Bevezetés
- Rendszerismertetés
 - Tiszta SCM
 - WDM-RoF
- Diszpeszió
- Többfunkciós eszközök
- MMF
- Összefoglalás

Segédvivős optikai átvitel



- “Fibre-Wireless / Fibre-Radio /Radio over fibre”
- Microwave photonics
- SCM: SubCarrier Multiplexing
 - Az analóg vagy digitális információval először egy mikrohullámú vivőt modulálunk.
 - A modulált mikrohullámú segédvivők összegével moduláljuk az optikai vivőt

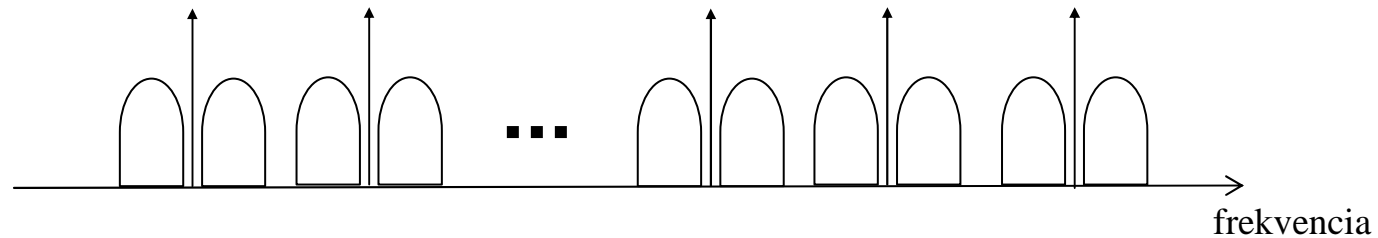
Segédvivős optikai átvitel



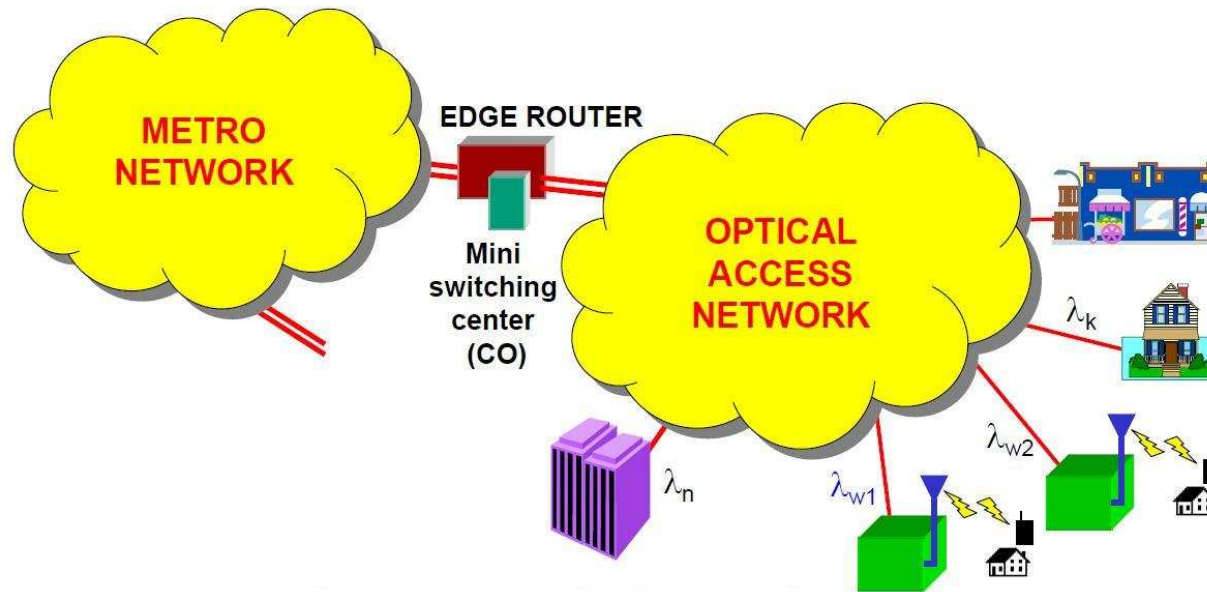
SCM - SubCarrier Multiplexed Optical Transmission System

Több modulált elektromos segédvivőt továbbítunk egyetlen optikai vivőn

- egy optikai vivő / egy fényvezető (üvegszál)
- egy optikai adó / egy optikai vevő
- számos csatorna / számos elektromos segédvivő



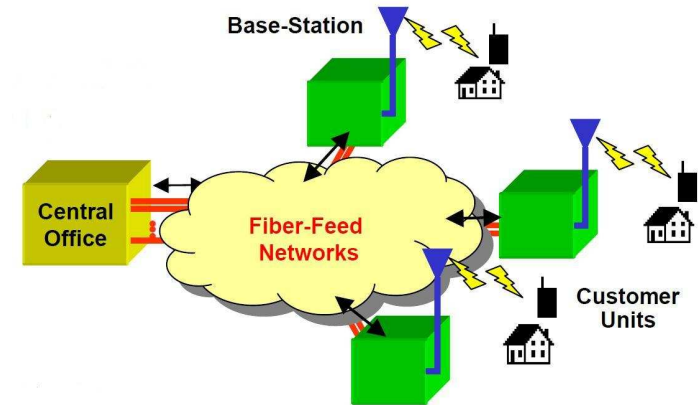
Optikai gerinchálózat



Optikai átvitel teremt kapcsolatot a

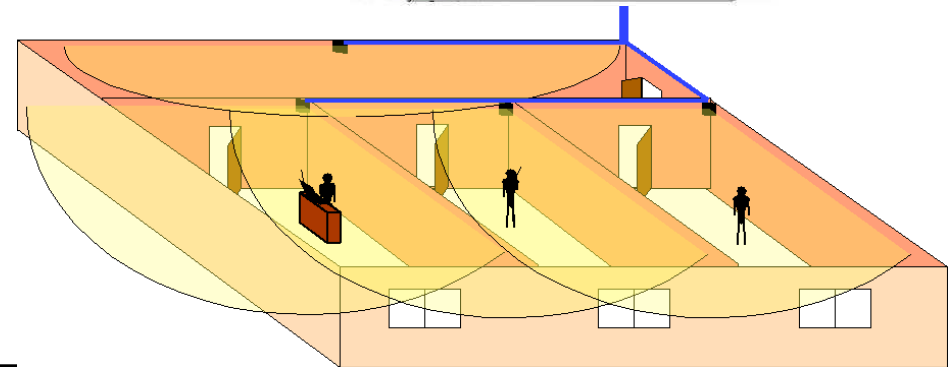
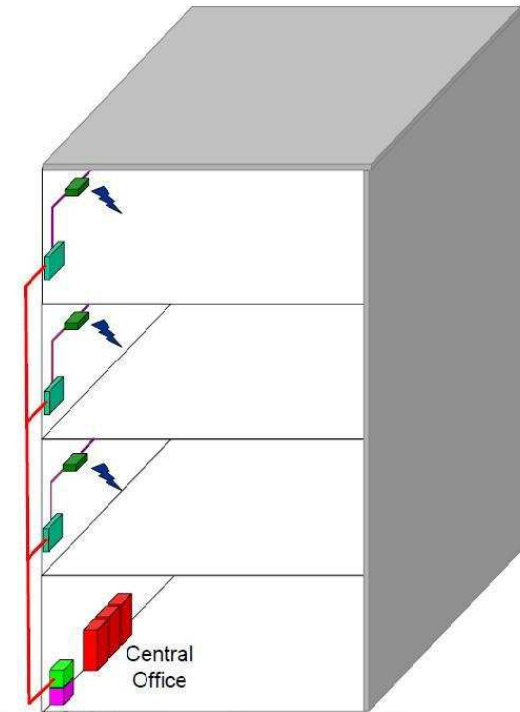
- base-station (BS)
- központi egység (CO: central office)

között



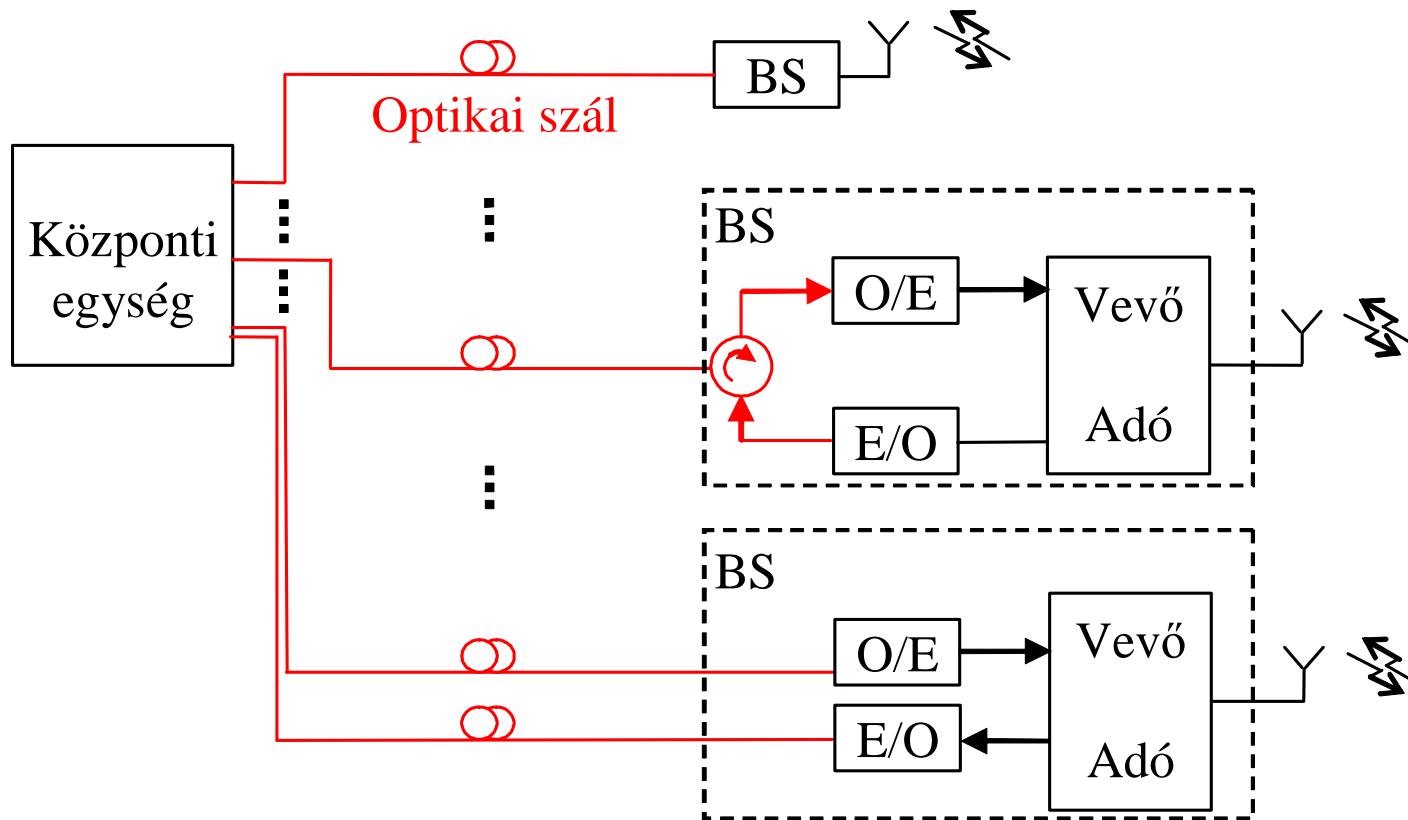
Beltéri, elosztott antenna rendszer

- CO osztja szét a jelet az egyes emeleteken található remote egységek számára (üvegszálon)
- Kis területet kell lefedni (egy cella egy szoba vagy pár szomszédos szoba)
 - Mikro-cella, Piko-cella, Femto-cella
- Milliméterhullámú frekvencia esetén a terjedési veszteség magas
- Kis teljesítményigény
- Nagy csillapítás falakon, padlón
=> kis áthallás
(szomszédos cellák interferenciája)
- Frekvencia újrafelhasználás magas



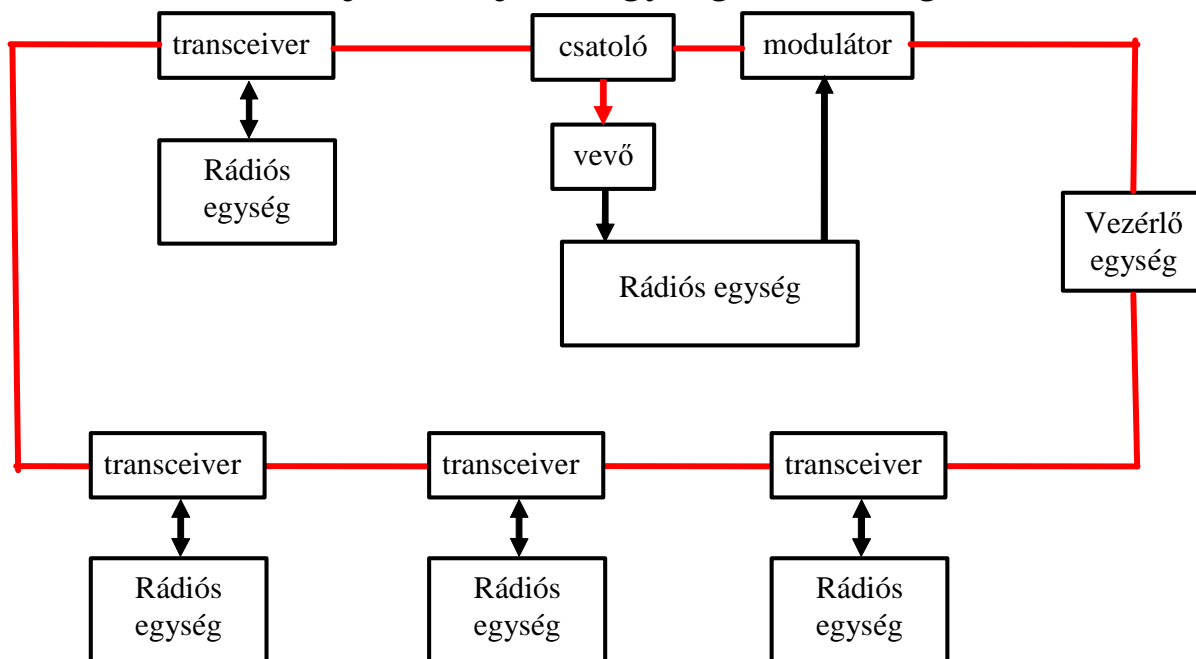
Csillag / Fa topológia

- ∨ fel- és le irányban eltérő hullámhosszú optikai vivőt használnak.
A központi állomás a nagyszámú távoli állomással külön-külön optikai szálpáron teremt kapcsolatot.



Gyűrű / zárt hurok topológia

- Egyetlen optikai szál az információ vételére és adására
- Minden egység képes bármely másik egységgel kommunikálni.
- A hálózatban alkalmazott segédvívős csatornák frekvenciái kötöttek.
 - adási frekvencia előre kiosztott
 - vételi frekvencia függ attól melyik másik *node* jelét akarjuk venni
=> vezérlő egység (*control unit*): centralizálja a hálózatot, a control csatornán keresztül tájékoztatja az egységeket a megfelelő frekvenciáról.

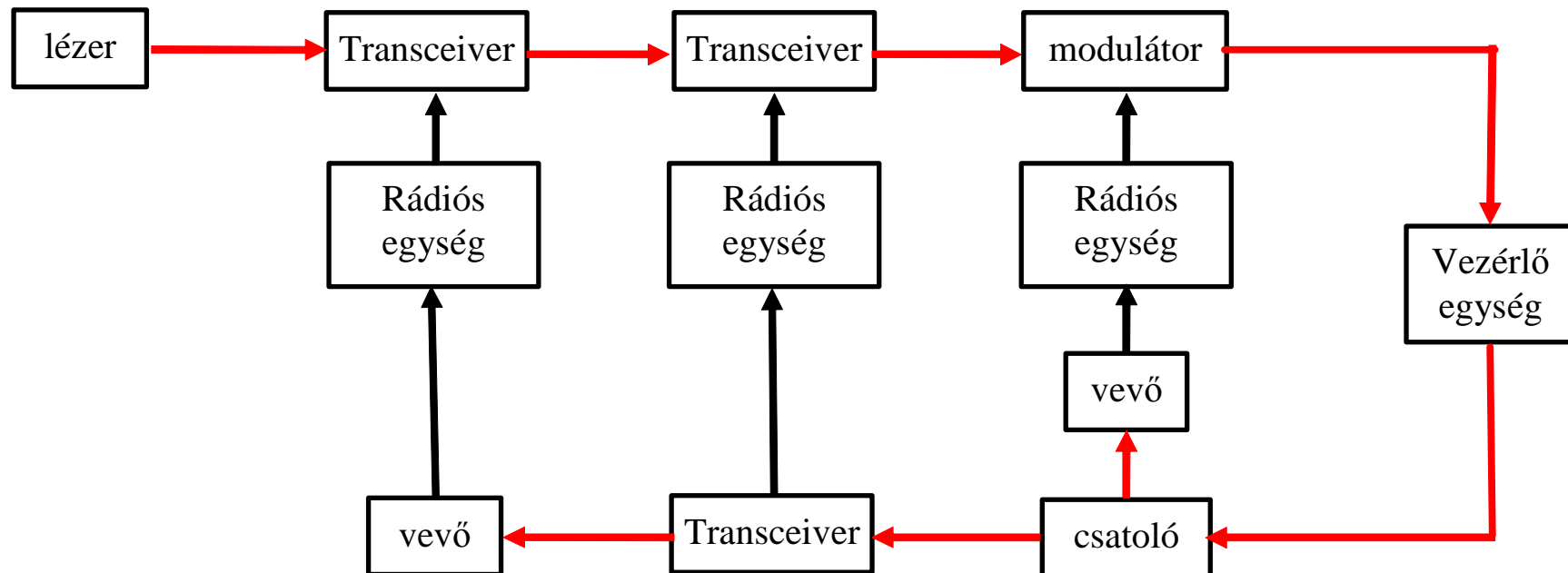


Az egységek közti maximális távolságot meghatározza:

- optikai szál vesztesége
- optikai teljesítmény
- optikai szálon fellépő diszperzió

Nyílt hurok topológia

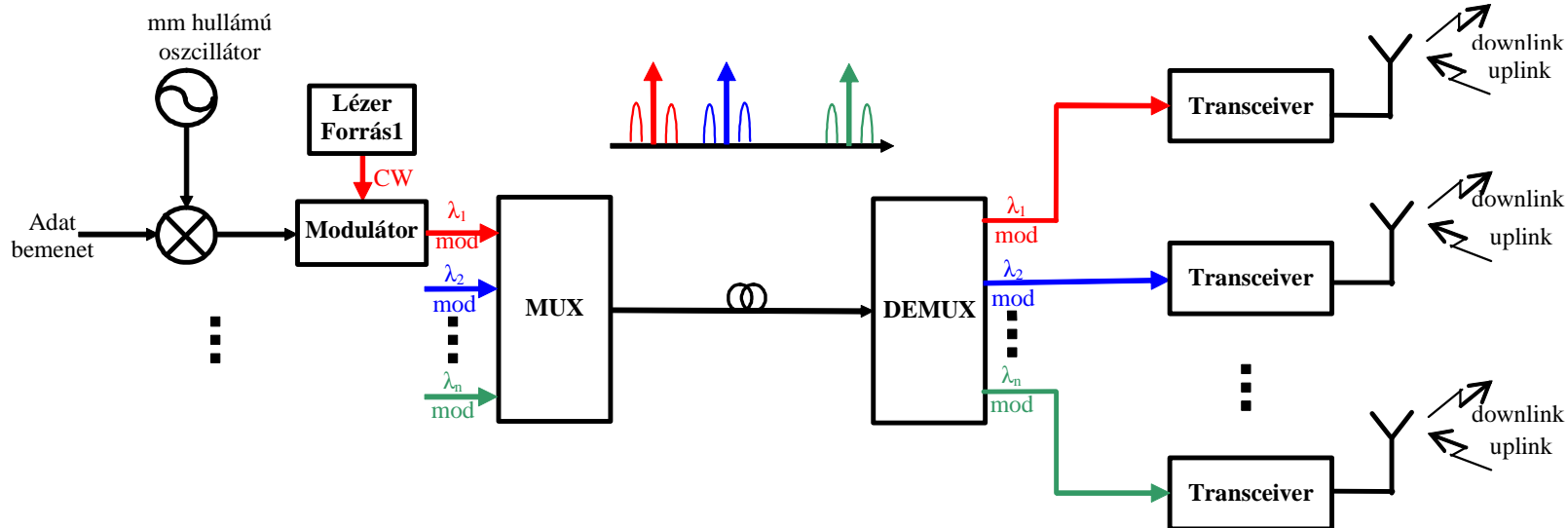
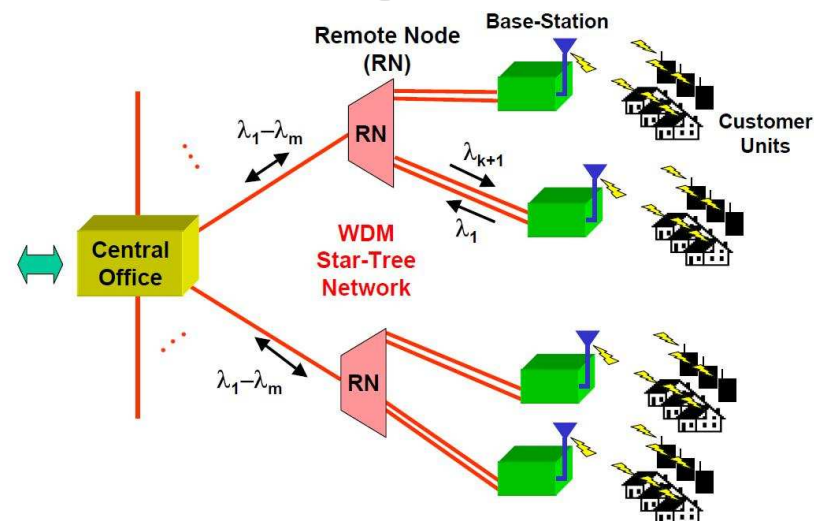
- Optikai szálon keresztül gyűjtjük az információt az összes egységtől
- Az összes információ begyűjtése után a jelet visszaküldjük az összes egységet érintve a hurok elejére, minden egység kiválasztja a neki szóló információt.
- Minden egység képes bármely másik egység jelét venni.
- Vezérlő egység



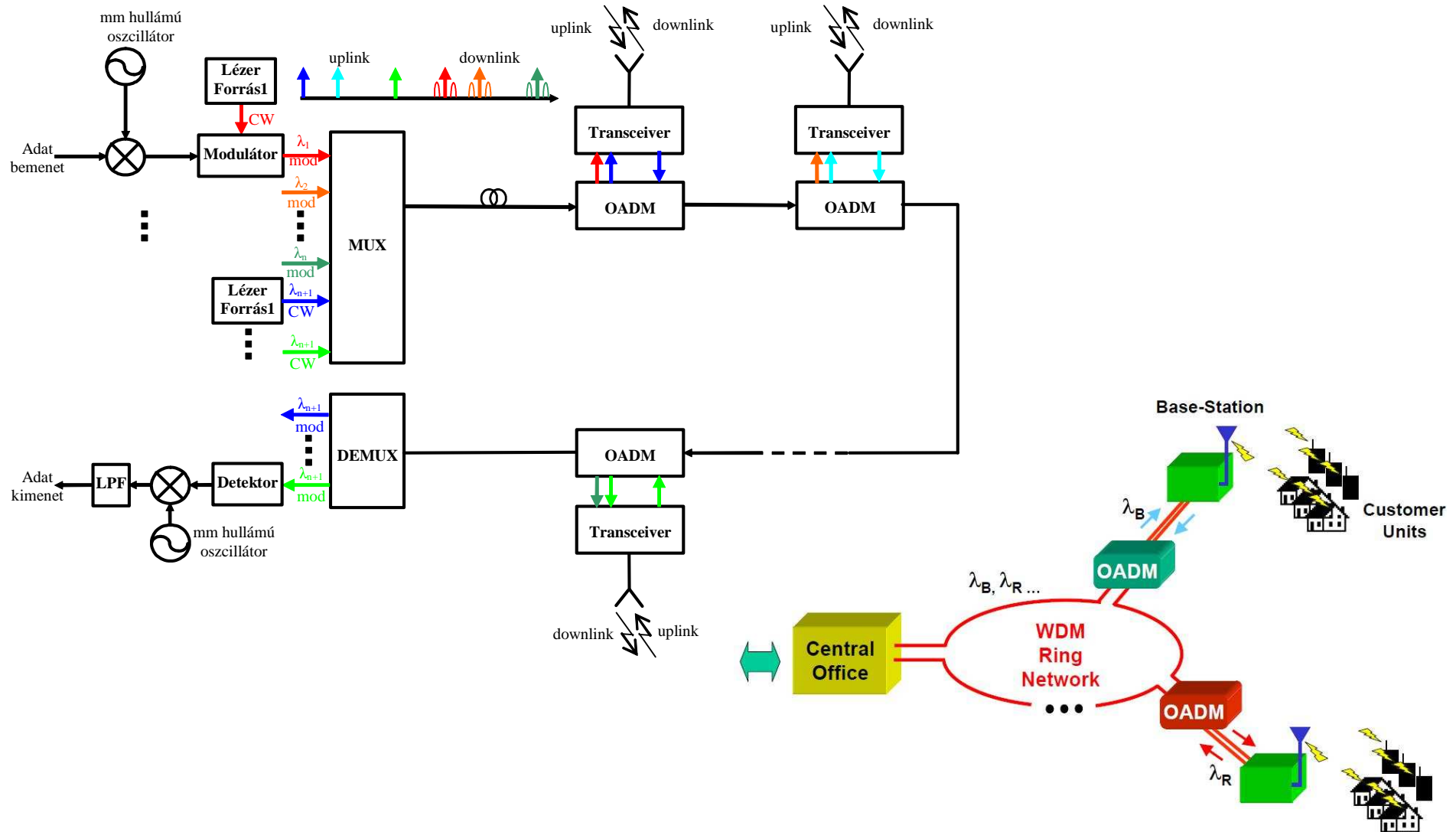
WDM RoF: Csillag / Fa topológia

minden BS külön optikai vivőt használ

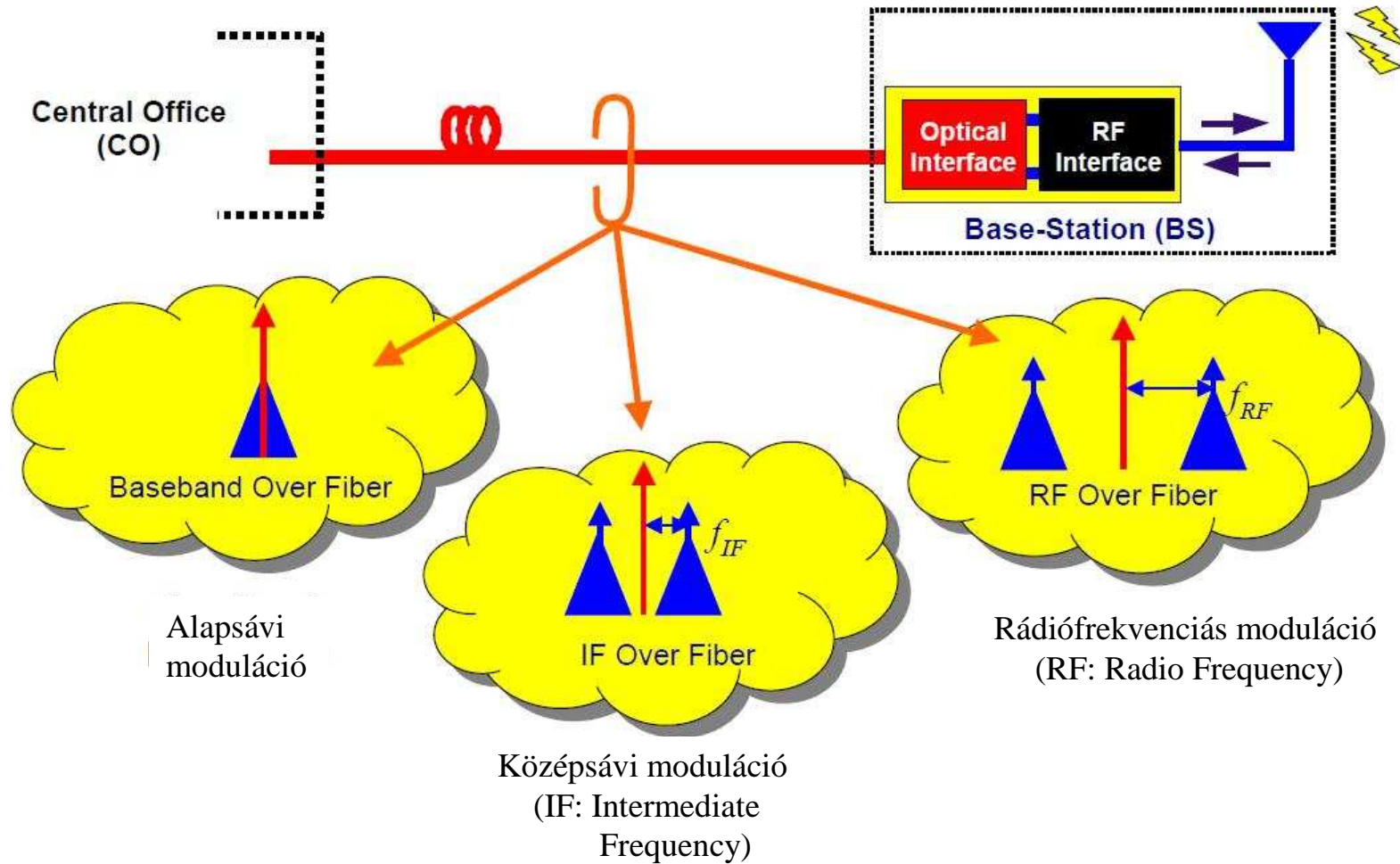
- Egyszerűbb a hálózat topológiája
- Könnyebb hálózat és szolgáltatás frissítés
- Egyszerűbb hálózat menedzselés
- Egyszerűbb BS felépítés (csak saját jelét kapja)
- Hullámhossz szelektív, drága optikai elemeket



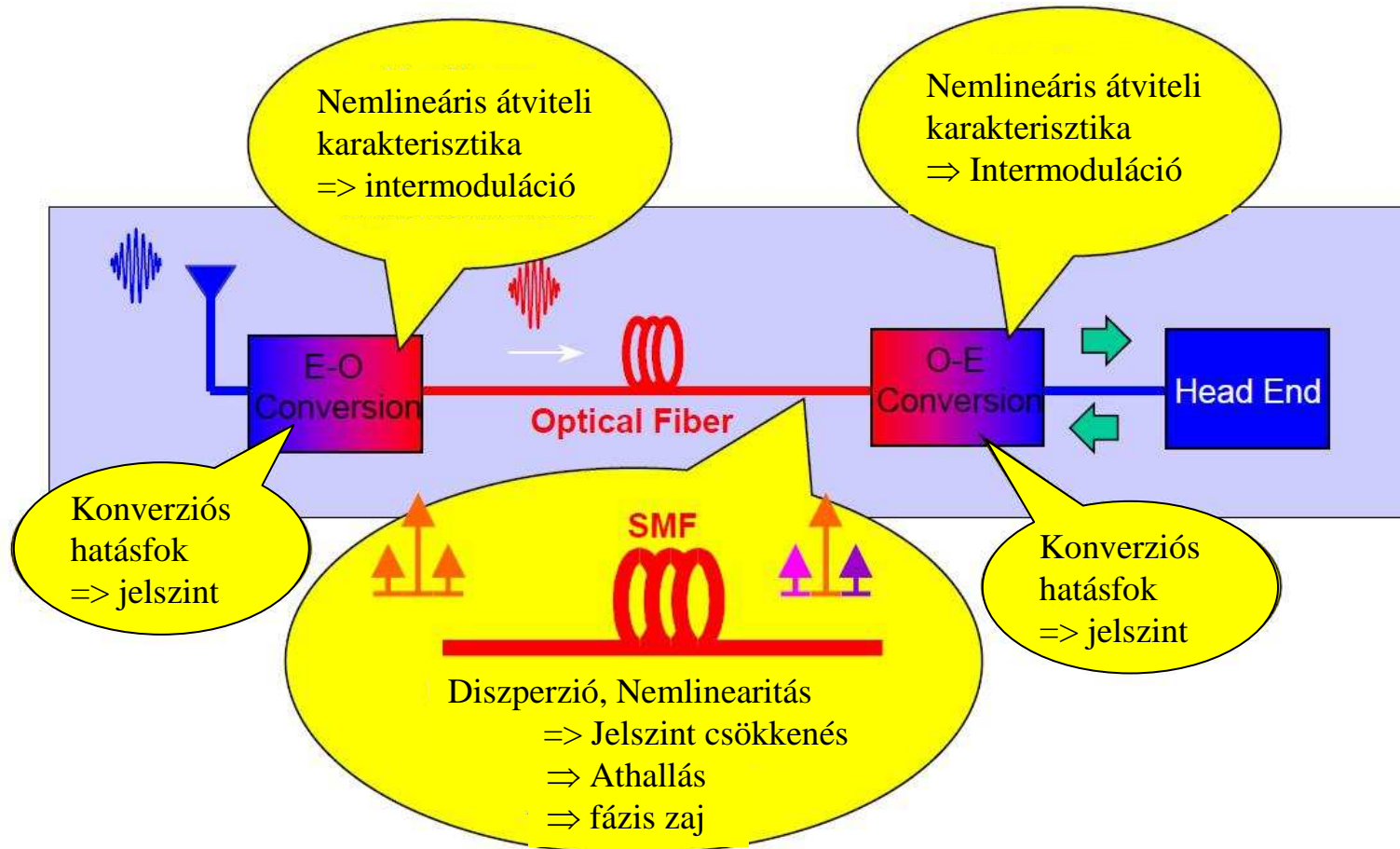
WDM RoF: Gyűrű topológia



Optikai szálon jelátvitel

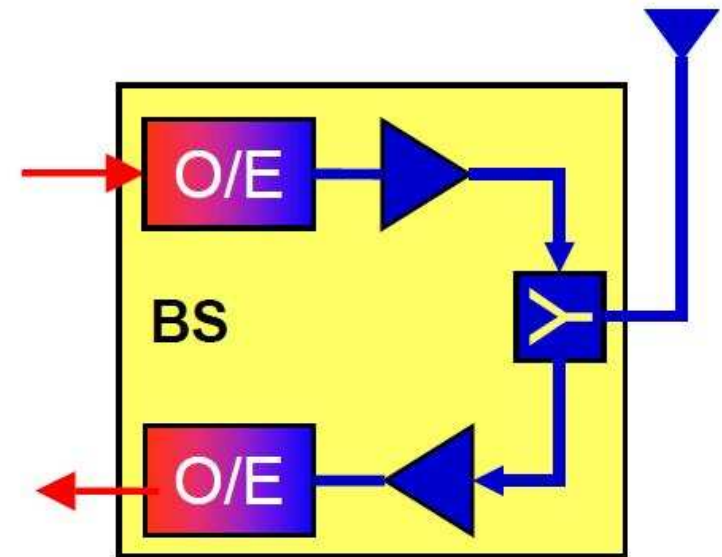


Optikai minőségrontó hatások



'RF-over-Fibre'

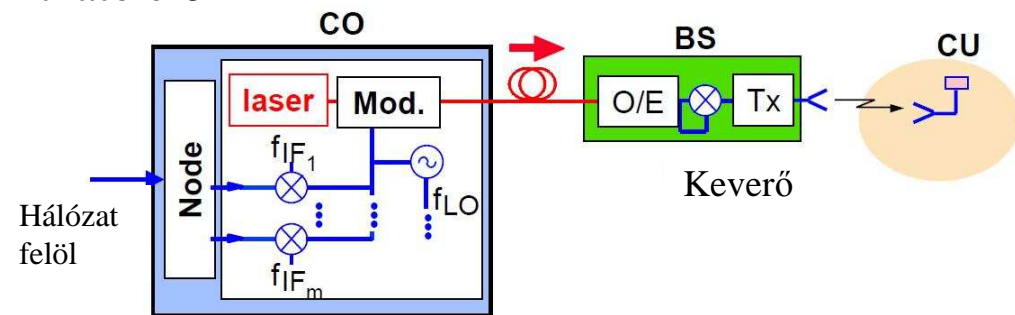
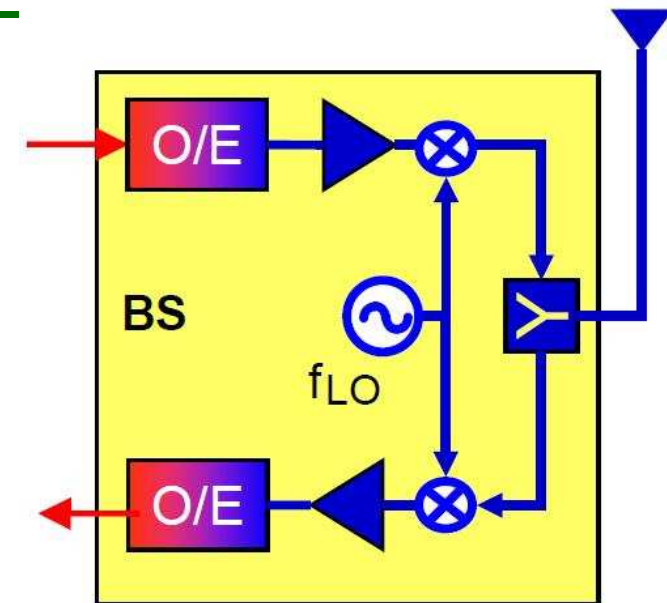
- egyszerű base-station (nincs szükség frekvencia konverzióra)
- Központosított csatorna frekvencia menedzselés
- CO berendezések megoszlanak a felhasználók között
- air-interface független
- Több sávú működés is lehetséges



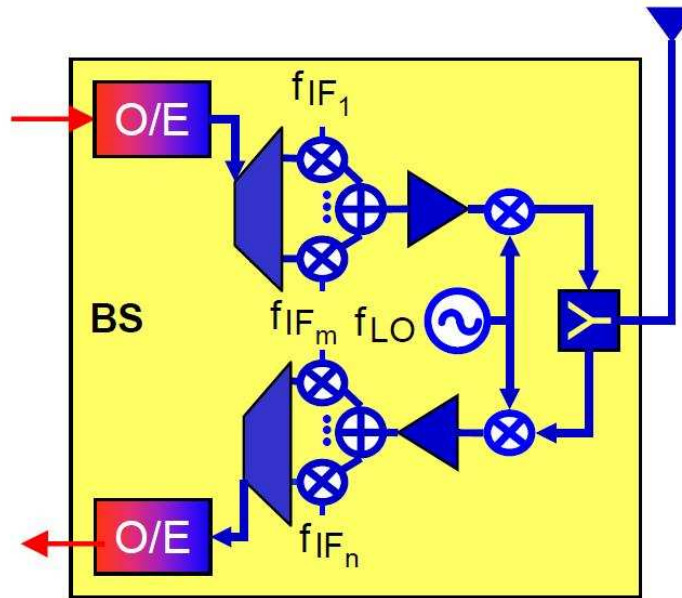
- opto-elektronikai interfész komplikáltabb nagyobb frekvenciákon
- Diszperzió csökkenti az RF jel teljesítményét és növeli a fázis zajt
- Dinamika tartomány

'IF-over-Fibre'

- Alacsonyabb frekvencia => kisebb diszperziós hatás
- Alacsonyabb sebességű opto-elektromos interfaces
- Itt is lehetőség van központosított csatorna frekvencia menedzselésre
- air-interface független
- Alacsony árú „upstream” lehetséges
- LO a BS-ben (frekvencia konverzió)
 - Olcsó, kis fázis zajú MMIC alapú LO forrás
 - A LO jel nem csak helyileg állítható elő
 - LO-t az átvitt jel tartalmazza:
BS-ben az optikai-elektromos konverzió után a vett jelből állítjuk elő



'Baseband-over-Fibre'



- bejártatott digitális hardver
- Elhanyagolható diszperziós hatás
- Alacsony sebességű opto-elektromos interfaces
- Digitális jelátvitel a szálon
- Jobb intermodulációs karakterisztika
- „air interface”-függő base-station architektúra
- Több felhasználó hozzáférése bonyolultabbá teszi a BS tervezést
- LO jelre van szükség (távoli előállítás is lehetséges)

Többfunkciós eszközök

Több speciális komponens helyett egyetlen többcélú eszköz

⇒ csökken a diszkrét komponensek száma

⇒ kisebb a helyigény

⇒ kevésbé komplikált rendszer

⇒ alacsonyabb ár

⇒ nagyobb megbízhatóság

⇒ gyakran kell kompromisszumot kötni a különböző feladatok szempontjából

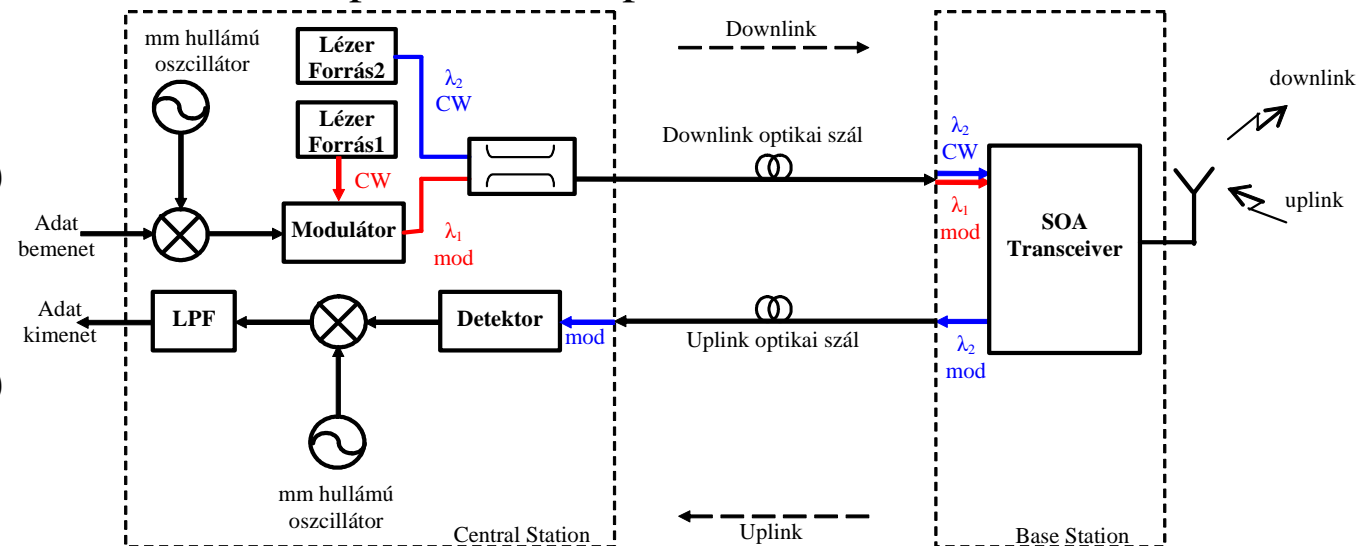
⇒ Rosszabb paraméterek, mint az erősen specifikus komponensek esetén

SOA

- Adó/vevő (transceiver)
- erősítő

Electro absorption

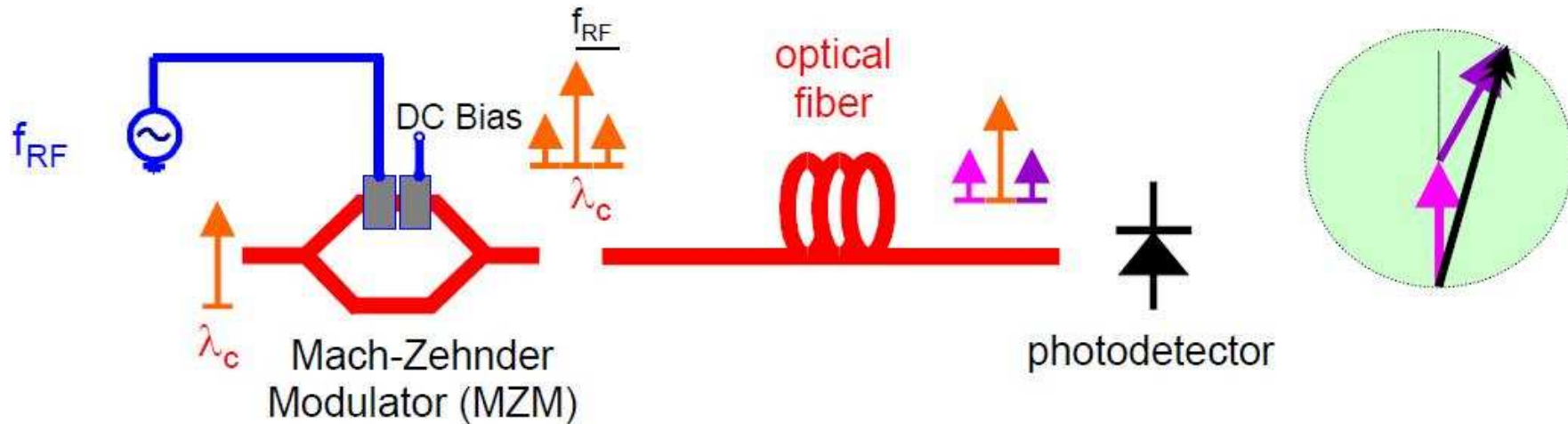
- Adó/vevő (transceiver)



Többszörös optikai szál + VCSEL

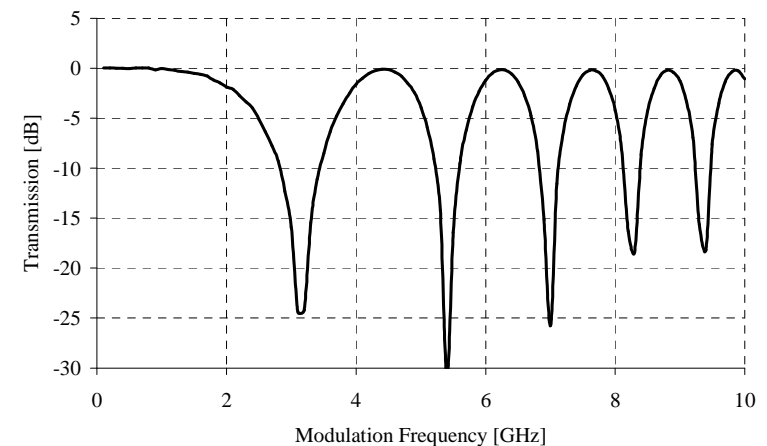
- Már telepített MM szál (épületen belül)
 - telepítés költségei (olcsó)
 - könnyebb kezelhetőség
 - Nagyobb csillapítás
 - Nagyobb diszperzió (módusdiszperzió) => kisebb sebesség
kisebb távolság
- Olcsóbb, egyszerűbb felépítésű E/O és O/E átalakítók
 - hőmérséklet szabályzás nélkül, közvetlenül modulált lézerdióda
 - gyakran VCSEL (*Vertical Cavity Surface Laser*)

Diszperzió



- A detektált RF jel teljesítménye változik a diszperziós paraméter, az RF frekvencia és a szál hossz függvényében
- Nő a detektált RF jel elektromos fázis zaja

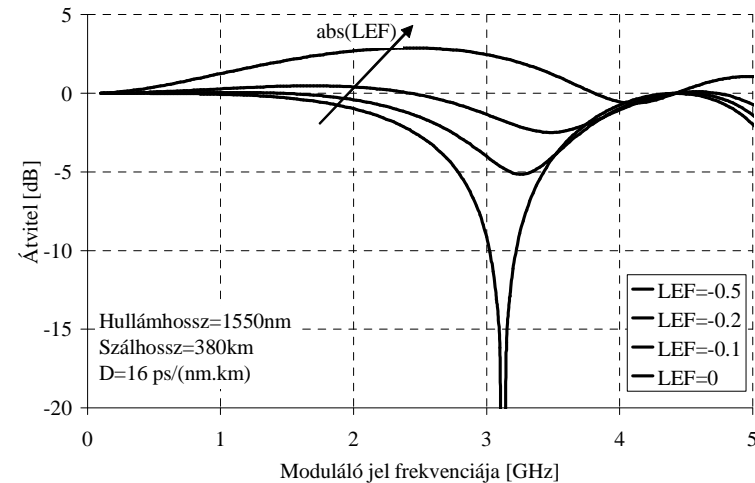
$$H_{\text{link}}(f) = \cos\left(\frac{\lambda^2 \cdot D \cdot \pi \cdot f^2 \cdot L}{c}\right)$$



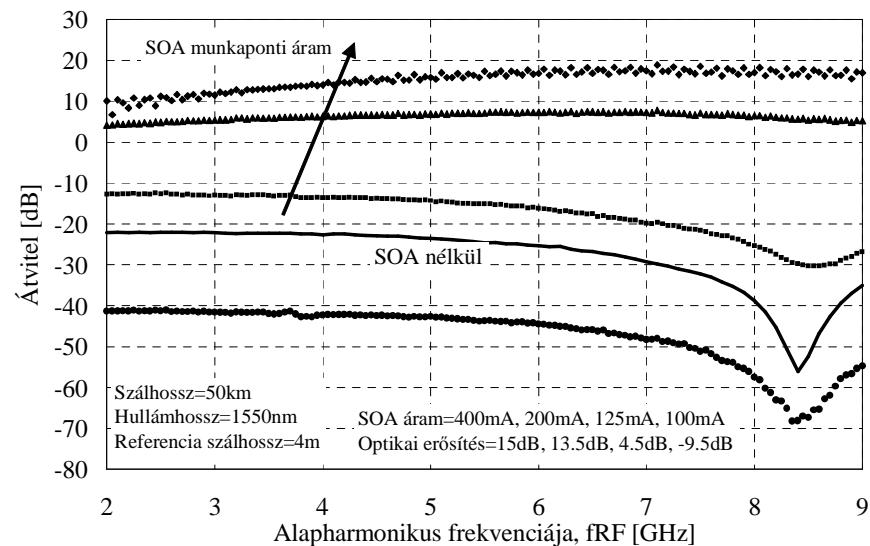
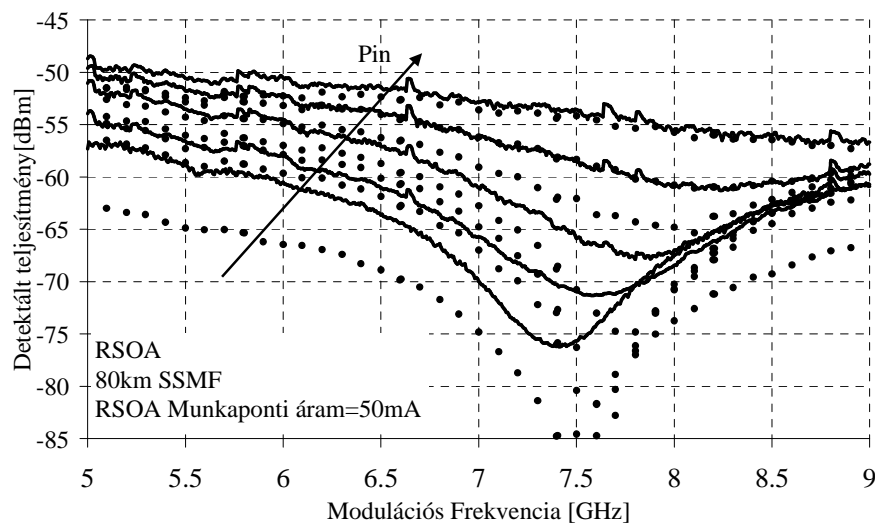
Diszperzió kompenzálás

- Diszperzió kompenzáló szál
- Egyoldalsávú optikai moduláció
- Előtorzítás
- Utótorzítás
- FBG
- optikai spektrum tükrözése az összeköttetés közepén
- optikai szál ön-fázis modulációja
- SOA

$$H_{SOA+link}(f) = \cos\left(\frac{\lambda^2 \cdot D \cdot \pi \cdot f^2 \cdot L}{c}\right) -$$
$$-LEF \cdot \sin\left(\frac{\lambda^2 \cdot D \cdot \pi \cdot f^2 \cdot L}{c}\right) +$$
$$+ j \cdot LEF \cdot \frac{f_c}{f} \cdot \sin\left(\frac{\lambda^2 \cdot D \cdot \pi \cdot f^2 \cdot L}{c}\right)$$



SOA Diszperzió kompenzátor



Nő a bemeneti optikai teljesítmény
⇒ a SOA telítésbe kerül
⇒ a chirp paraméter negatívvá válik
⇒ a minimum helyek frekvenciája magasabb
⇒ a minimumhely mélysége csökken

Nő a munkaponti áram
⇒ a minimum helyek frekvenciája magasabb
⇒ a minimumhely mélysége csökken

Több működési és rendszerparaméter is rendelkezésre áll a működés optimalizálására

Összefoglalás

- Üvegszálak összeköttetés rádiós alkalmazásokban
- Átviteli lehetőségek
 - RF-over-fibre
 - IF-over-fibre
 - baseband over fibre
- Költségek csökkentése
 - Többfunkciós eszközök
 - MMF
- Diszperzió
 - Speciális szál, SSB, SOA, stb.