



Vígh Sándor

Gerinchálózati rendszerek és hálózatmenedzselés

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Távközlési szaktevékenységek

A követelménymodul száma: 0909-06 A tartomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-018-50



SZINKRON RENDSZEREK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A gerinchálózaton üzemelő szinkron átviteli rendszerről kell egy ismertetőt tartania az újonnan érkező kollégáknak.

Foglalja össze röviden az SDH rendszerek előnyeit és tulajdonságait! Magyarázza el, miért alkalmas ez a rendszer a gerinchálózat átviteltechnikájának!.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

SDH ALAPOK

A gerinchálózaton sok jel egyidejű átvitelét kellett megoldani. Ez annyit jelent, hogy nagy sávszélességen, jó minőségben, menedzselési lehetőséggel olyan átviteli módot kellett kialakítani, hogy a hibalehetőségeket minimalizálják.

1. SDH gerinchálózat tulajdonságai

A régebben már meglévő pleziokron átvitel már nem tudta ellátni feladatát, annyira megnőtt a multiplexálandó jelek száma. A PDH (Plezichron Digital Hierarchy = Pleziokron digitális hierarchia) aszinkron jellegű volt abban a tekintetben, hogy az adás és a vétel irányának órajele nem volt azonos. A pleziokron rendszereknél nincs közös szinkron órajel, minden berendezés a saját órajel generátorának ütemével ad, míg a vevő oldal a vett jelből nyeri ki azt az órajelet, mellyel vissza tudja fejteni az érkező adatot. Ezért fordul elő, hogy multiplexálásnál, mikor több különböző irányból érkező jelet szeretnénk egy csatornában elhelyezni, a nem tökéletesen egyforma órajelek miatt illeszteni kell egymáshoz a jeleket. Ezt kiigazításokkal lehet megoldani.

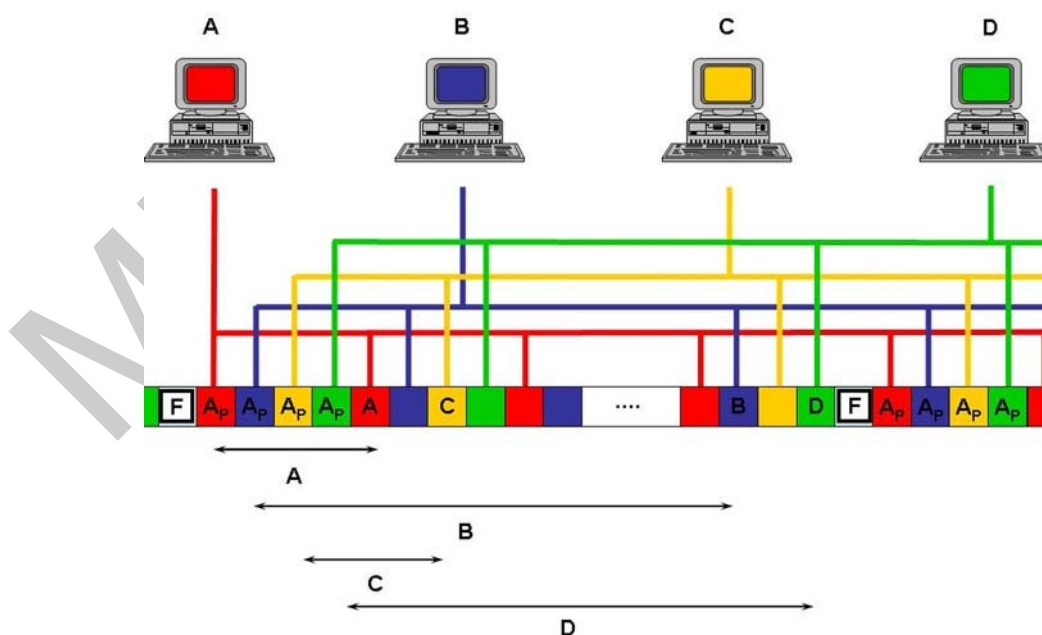
A szinkron rendszereknél egy közös órajelet használva, minden berendezést erre szinkronizálva a multiplexelés leegyszerűsíthető, több hierarchia szint egyszerre multiplexálható.

A szinkron átviteli mód egy transzparens összeköttetést biztosít, mely azt jelenti, hogy amit az egyik oldalon behelyeztünk a jelfolyamba, azt az összeköttetés másik végén megkapjuk. Ezt a moduláris struktúra teszi lehetővé. Definiáltak egy átviteli modult, ebbe helyezik el adott struktúra szerint az átvinni kívánt jelfolyamot anélkül, hogy a jelet átalakítanák. Magasabb hierarchia szint előállításakor egyszerűen csak több ilyen átviteli modul multiplexálása történik. Ezáltal a multiplikált jel sebessége az alap átviteli modul sebességének egész számú többszöröse lesz.

Másik előny, hogy egy magasabb hierarchiaszintű jelből ugyanolyan egyszerű kiválasztani egy beillesztett jelet, mint egy alacsonyabb szintűből. Ugyanúgy egy lépésben megegyezhet.

A pleziokron rendszereknél egy magasabb hierarchiaszint előállításához mindig egy új keretet kellett definiálni, mely azt jelentette, hogy új szinkronszót, új jelzéseket és a kiigazításhoz szükséges információkat is el kellett helyezni benne. Ez azt eredményezte, hogy az új keret sebessége nem a benne elhelyezett alkotó jelek sebességeinek az összege lett, hanem ennél nagyobb. Ráadásul az alkotó jelek szinkronszavai nincsenek szinkronban az új keret szinkronszavával, sőt anélkül meg sem lehet mondani, hol helyezkedik el a jelen belül, míg vissza nem fejtik egyenként az alkotó jeleket.

Ha egy 140 Mbit/s-os jelből szeretnénk egy 2 Mbit/s-os jelet kinyerni, ahhoz először vissza kell fejteni a 34 Mbit/s-os jeleket, majd a 8 Mbit/s-akat és végül a 2 Mbit/s-ra kerülhet a sor. Minél magasabb hierarchiaszintű jelet állítunk elő, annál több lépcsőben történik az előállítás és a visszafejtés. Ez megannyi multiplexert jelentene és ezzel együtt megannyi hibahelyet. A nagysebességű gerinchálózatokban, ahol már több 100 Gbit/s-os sebességek is előfordulhatnak, ez nem engedhető meg.



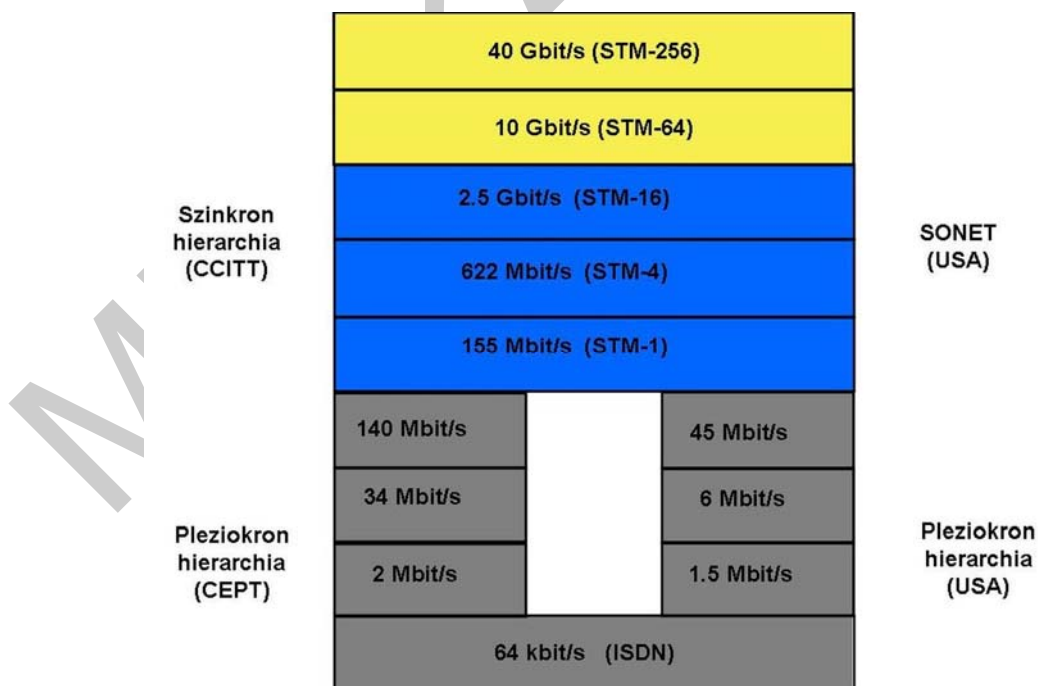
1. ábra. A szinkron multiplexálás megvalósítása pointerekkel

A szinkron rendszerekben ez az adat rendelkezésünkre áll. Minden alkotó jelhez, amit elhelyezünk az SDH átviteli modulban, hozzárendelnek egy pointert vagy más néven mutatót. Ez egy szám, melyből meg lehet tudni, hogy a pointertől hány bájt távolságra helyezkedik el az adott jel kezdete. Ez fogja tehát a fázis összefüggést megadni az alkotó jelek és az átviteli modul között.

Több ilyen modul bájt-bájtos multiplexálásával lehet előállítani egy magasabbrendű jelfolyamot. Nem kell új keretet definiálni, csak minden egyes pointert és szinkronszót egy helyre „gyűjteni”. Mivel az alkotó jeleket időben nem tolják el – ehhez ugyanis nagyon nagy tároló kapacításra lenne szükség –, a pointerok értéke fog megváltozni, hiszen a jel kezdetére kell mutasson.

A szinkron multiplexálás eredményeképpen egy 10 Gbit/s-os jelből is egyetlen egy lépcsőben, azaz egyetlen egy demultiplexert alkalmazva kinyerhetjük a kívánt 2 Mbit/s-os jelet is, „csak” a pointerokat kell hozzá kiértékelni.

A szinkron átviteli modul úgy lett kialakítva, hogy az üzemeltetés-fenntartáshoz szükséges jelek számára egy fejrész (OVERHEAD) áll rendelkezésre. Itt kerül átvitelre a szinkronszó, a szolgálati telefon csatorna, a hibaellenőrzés bájtjai valamint a menedzselő rendszer jelei. A szabványosított jeleken kívül egyéni alkalmazásra, további szabványosításra és a magasabbrendű jelek kialakításához szükséges információk is elhelyezésre kerültek itt. Ennek eredményeképpen a multiplexálásnál nem kell további bájtokat hozzáadnia rendszerhez és ezáltal új keretet definiálni. Így ténylegesen csak az adott számú jelfolyam összegzése a feladat.



2. ábra. Az SDH hierarchia szintjei

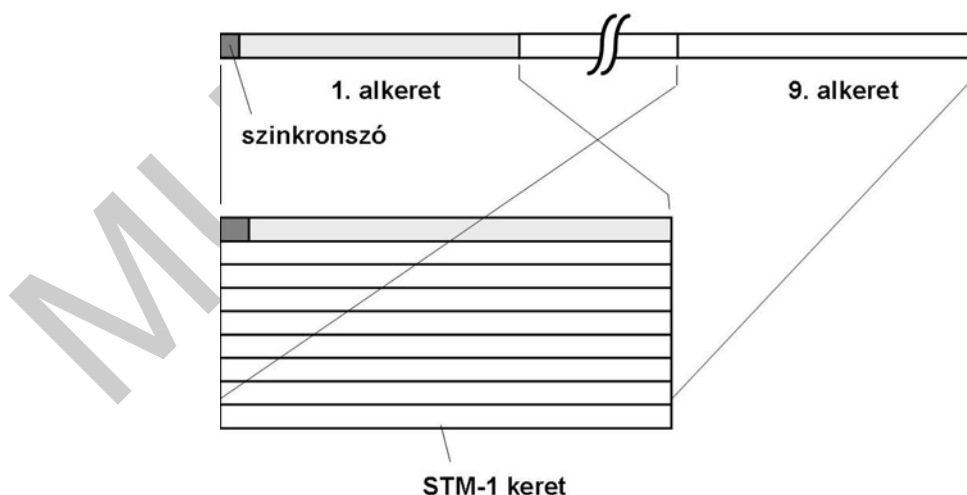
A szinkron átviteli rendszereket szabványosították, szigorú előírásokat vezettek be. Ennek előnye, hogy különböző gyártók által készített berendezések is tudnak egymással kommunikálni. Ilyen például az optikai interfész szabvány. Míg a PDH rendszereket optikai szinten egymással nem lehetett illeszteni, mert mind a sebességeik, mind pedig a vonali kódolásuk különböző volt, addig a szinkron berendezéseknek szabványos a sebessége és a vonali kódja.

A 2. ábrán mutatjuk be az európai és az amerikai szinkron hierarchia rendszert, feltüntetve azokat a pleziokron jeleket is, melyek közvetlenül illeszthetők az SDH rendszerbe. Látható, hogy a 8 Mbit/s-os jel nem szerepel, mert nem szabványosították a betételét a szinkron átviteli modulba (STM = Synchronous Transport Module). A szinkron rendszerekben az alapmodul az STM-1 modul, ahol az egyes index azt mutatja, hogy az alapmodulból hányat multiplikáltak. Az STM-1 modul bitsebessége 155.52 Mbit/s.

Az STM-4 négy alapmodult tartalmaz és sebessége pont négyszerese az alapmodulénak. A 2. ábrán kerekített értékek szerepelnek, de minden szint könnyen kiszámítható. A 2,5 Gbit/s-os jel 16, míg a 10 Gbit/s-os 64 alapmodult tartalmaz. További hierarchiaszintek szabványosítása is várható, de ezek átvitelénél már nem csak az időosztásos multiplexelést alkalmazzák, hanem a hullámhossz osztásos multiplexelés módszerét is.

2. SDH keretezési eljárás

Egy átviteli keret ábrázolásánál – az eddig tanult technikákban – a bitek időbeni sorrendjének megfelelően rajzolták fel a keretet, mely szinkronsztótól a következő szinkronsztóig tartott. A szinkron digitális jelek keretének ábrázolása már úgynevezett kétdimenziósan történik.



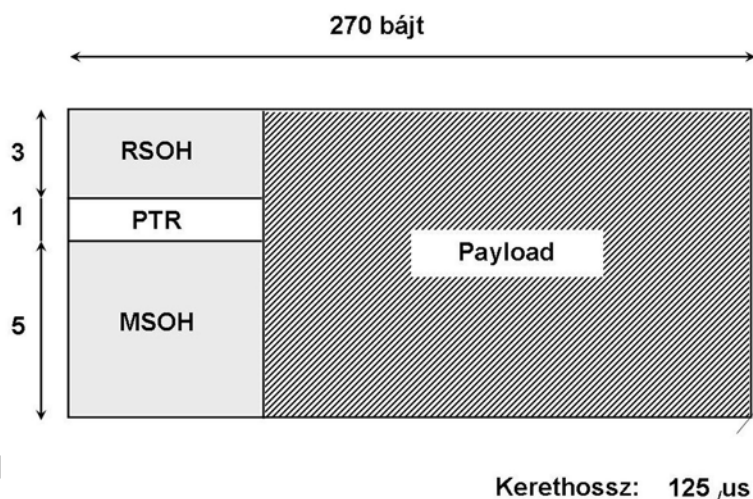
3. ábra. Az STM-1 keret ábrázolása

Induljunk ki egy hagyományos keretfelépítésből, majd osszuk 9 egyenlő részre, 9 alkeretre. Ezeket az alkereteket rajzoljuk fel egymás alá sorban, ahogy érkeznek. Így egy olyan „téglalaphoz” jutunk, mely egy alkeret hosszú és kilenc sorból áll. A keret szinkronszava az első sor legelején lesz, míg az utolsó bitje megegyezik a 9. sor utolsó bitjével.

Az STM-1 keret 2430 bájtól áll – keretenként ez 270 bájtot jelent –, a keretidő hossza pedig 125 μ s. Ez azt jelenti, hogy egy másodperc alatt 8000 keret kerül továbbításra. Ez a rendszer nagyon hasonlít a 2 Mbit/s-os PCM jel felépítésére, ahol szintén 125 μ s a kerethossz, és minden csatornához 8 bites időrészt rendeltek hozzá. Itt az időrés helyett a bájtos rendszer található és mindegyik bájt átviteli kapacitása 64 kbit/s.

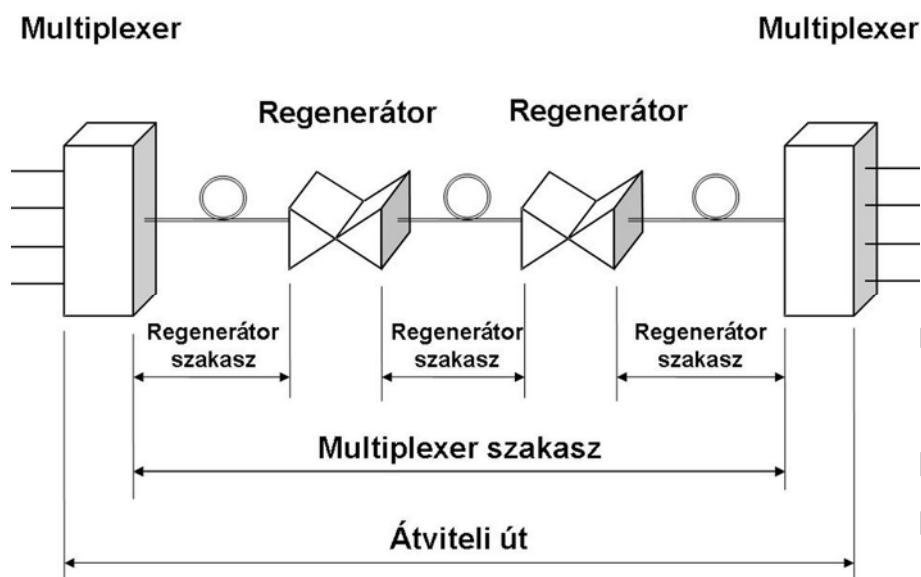
A kialakított kétdimenziós keretet az alábbi területekre osztották fel:

- regenerátor szakasz fejrész
- multiplexer szakasz fejrész
- pointer
- payload (hasznos terhelés vagy rakomány)



4. ábra. Az STM-1 keret felosztása

Az STM-1 keret első három sorának 9–9 bájtját nevezik regenerátor szakasz fejrésznek. Mivel ezeket a bájtokat minden hálózatelem (multiplexer, regenerátor...stb.) kezeli, ezért itt helyezkedik el a szinkronszó. Ez a szinkron rendszerek esetében 6 bájt hosszú.



5. ábra. Az átviteli szakaszok felosztása

A hálózatban megkülönböztetünk regenerátor szakaszt, multiplexer szakaszt, valamint átviteli utakat. A regenerátorok közötti és a regenerátor és a multiplexer közötti szakaszokat nevezik regenerátor szakasznak. A két multiplexer közötti szakaszt multiplexer szakasznak hívják. A beadott jel és a visszafejtett jel között definiálják az átviteli utat, mely több multiplexer szakaszon keresztül is mehet.

A regenerátor szakasz fejrészét a regenerátor szakasz végein kezelik, azaz mind a multiplexerek, mind pedig a regenerátorok. Ezért a regenerátorok felé történő üzeneteket ezekben a bájtokban kell elhelyezni. Itt történik például ezeknek a hálózatelemeknek a menedzselése is.

Az STM-1 keret utolsó 5 sorának 9–9 bájtyát nevezik multiplexer szakasz fejrésznek.

A multiplexer szakasz fejrészben található azok a bájtok, üzenetek, melyeken keresztül a multiplexereket vezérlik. Ezeket a bájtokat a regenerátorok már nem érik el, ezeken keresztül parancsok, üzenetek számukra nem küldhetők.

A regenerátor szakasz fejrész és a multiplexer szakasz fejrész között, a 4. sor első kilenc bájtyában található a pointer blokk. Összesen három pointert, azaz mutatót lehet ezen a területen belül elhelyezni.

A pointer mondja meg számunkra, hogy a keretben elhelyezett jel hol található, hol a kezdete. Ez tulajdonképpen egy fázisösszefüggést ad a keret és a benne elhelyezett jel között. Ezért a pointer tartalmaz egy „címet”, mely rámutat a payload területének valamely bájtyára, a jel kezdetére.

A payload – magyarra fordítva rakomány – tartalmazza az átvinni kívánt jeleket. Amit ebbe a részbe behelyezünk, azt a rendszer változtatás nélkül átviszi. Minden egyes „jelformához” (2 Mbit/s, 140 Mbit/s, ATM ...stb.) tartozik egy szabványosított mód, hogy hogyan kell elhelyezni a jelet a keretben.

A payload felépítése moduláris. Ez azt jelenti, hogy minden hierarchiaszintű jelhez (2, 34, 140Mbit/s) definiáltak egy konténert, melybe ezeket adott szabály szerint helyezik el. Erre azért volt szükség, mert így vegyesen egyszerre több hierarchia szint is átvihető – természetesen fix, rögzített formában.

Amennyiben több keretet szeretnénk egyszerre átvinni, azaz nagyobb sebességen, nagyobb sávszélességet továbbítani, akkor az így kialakult keretekből kell csak többet egymás mellé helyezni, azaz multiplexálni.

A multiplexálásnak szigorú szabályai vannak:

- bájtos a multiplexálás, azaz bájtonként felváltva viszik át az egyes jeleket
- $N \times \text{STM}-1 = \text{STM}-N$, azaz N darab alapmodul multiplikálása egy N -edrendű SDH jelfolyamot eredményez
- egy magasabbrendű SDH jel előállítása történhet egy lépésben, vagy több lépésben. A kapott jel azonban azonos kell legyen
- a fejrész bájtokat multiplexáláskor egy helyre kell „gyűjteni”, hogy a kapott új keretben is egy területre essenek. Mivel az egyes keretek különböző helyről érkeznek, szinkronszavaik egymáshoz képest időben el vannak csúszva, különböző fázisban vannak. Amennyiben a fejrészek fázisait kiegyenlítjük anélkül, hogy a payload jeleit elmozdítanánk, törvényszerűen a pointerek értékeinek meg kell változnia.

A pointert a magasabbrendű keretek és a tributary jelek egymáshoz történő szinkronizálására használják. A pointer bájtok egy rögzített helyen találhatók mindig a kereten belül, és az értéke mondja meg, hogy ehhez képest hol (hány bájttyival odébb) kezdődik az adott jel, más szóval a konténer első bájtjára mutat.

A pointer elhelyezkedhet a keret fejrészének 4. sorában, vagy a payloadon belül, ha sok jelet kell megcímeznie. De a pointer helye mindig kötött, a kerethez képest rögzített. A jel kezdete ehhez képest térhet el. A pointernek több feladata van:

- megadja a tributary (alkotó) jelek kezdetét, azaz a fázishelyzetét a kerethez képest,
- jelzi, ha nem érvényes pointer található azon a helyen,
- kiigazítást végez, mely azt jelenti, hogy órajel elcsúszás esetén kiigazítja megfelelő "hosszúságúra" a jelet.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A szinkron átviteltechnika feldolgozása nem egyszerű feladat, mert nagyon sok új fogalom található benne. Ezek feldolgozását könnyítik meg az alábbi feladatok és kérdések, melyeket közösen kell kidolgozni.

1. feladat

Mit jelent a szinkron szó? Hogyan lehet értelmezni ezt a jelátvitelben? Mi mivel van szinkronban?

Megoldás:

2. feladat

Mit jelent a kétdimenziós ábrázolás? Ábrázoljon egy 40 bitből álló jelsorozatot oly módon, hogy egy sorban 10 bitet helyeznek el. Jelölje be mind az egydimenziós, mind pedig a kétdimenziós ábrában a 2., 12., 22. és 32. bitet. Hol és hogyan helyezkednek el?

Megoldás:

3. feladat

Milyen szabályai vannak a multiplexálásnak?

Megoldás:

Fontos a struktúra és a keretszervezés megértetése. Nem a bitek és byte-ok jelentéseire kell helyezni a hangsúlyt, hanem a jel összeállításának szabályaira és logikájára. Az anyagrészben sok idegen eredetű kifejezés található. Magyar megfelelője sincs minden esetben, így az eredeti nyelven használják.

Az alkalmazott fontosabb kifejezések:

Alkeret, amikor egy keretett valamilyen szempont szerint további részekre osztanak.

Demultiplexer, mely a multiplexált jelből képes kinyerni az eredeti jeleket.

Keret, szinkronszótól szinkronszóg tartó, periódikusan ismétlődő alapegysége a jelnek.

MSOH (Multiplexer Section OverHead = multiplexer szakasz fejrész), melyben a multiplexerek közötti információ átvitelét biztosítják.

Multiplexer, mely több jelet helyez el egymás mellett egy nagyobb sebességű jelfolyamban.

Payload vagy rakomány, melyben a távközlési jelek kerülnek átvitelre.

PDH (Plesiochron Digital Hierarchy = pleziokron digitális hierarchia) PCM hierarchia rendszer

Pleziokron, részben szinkron rendszer, mely azt jelenti, hogy minden jelnek megvan a helye ahol elhelyezkedik, de az alkotó jelének kezdete és hossza nem ismert. Ennek oka, hogy az adás és a vétel oldal csak megközelítően azonos órajelről üzemel.

Pointer vagy mutató, mely megmutatja a tributary jel kezdetét egy jelfolyamon belül.

RSOH (Regeneration Section OverHead = regenerátor szakasz fejrész), melyben a regenerátorok között szállítják az üzeneteket és fenntartási jeleket.

SDH (Synchronous Digital Hierarchy = szinkron digitális hierarchia) szinkron átviteli hierarchia rendszer

STM (Synchronous Transport Module = szinkron átviteli modul), mely a szinkron jel alapegysége.

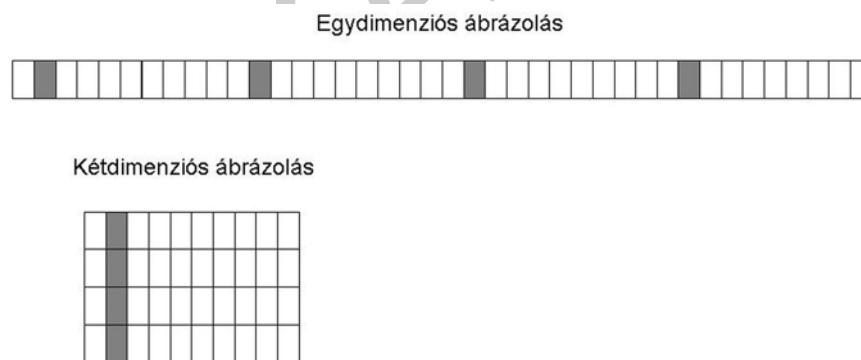
Tributary jelek az alkotó jelek, melyek multiplexálva találhatók egy adott jelfolyamban.

MEGOLDÁSOK

1. feladat megoldása

A szinkron szó egyidejűséget jelent. Az átviteltechnikában sok esetben ezt az órajelre alkalmazzák, azaz az adás és a vétel jele azonos órajelről üzemel. Ebben az esetben azonban mást is jelent, a magasabbrendű jelben található tributary jelek "szinkronban" vannak, azaz adott fázisban követik egymást, így minden jelről meg lehet állapítani, hogy hol található, mikor kezdődik és milyen "hosszú".

2. feladat megoldása



6. ábra.

3. feladat megoldása

A multiplexálás szabályai:

- bájtos a multiplexálás, azaz bájtonként felváltva viszik át az egyes jeleket
- $N \times \text{STM}-1 = \text{STM}-N$, azaz N darab alapmodul multiplikálása egy N -edrendű SDH jelfolyamot eredményez
- egy magasabbrendű SDH jel előállítása történhet egy lépésben, vagy több lépésben. A kapott jel azonban azonos kell legyen

- a fejrész bájtokat multilpexáláskor egy helyre kell „gyűjteni”, hogy a kapott új keretben is egy területre essenek. Mivel az egyes keretek különböző helyről érkeznek, szinkronszavaik egymáshoz képest időben el vannak csúszva, különböző fázisban vannak. Amennyiben a fejrészek fázisait kiegyenlítjük anélkül, hogy a payload jeleit elmozdítanánk, törvényszerűen a pointerek értékeinek meg kell változnia.

MUNKANYAG

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat Tesztfeladat**

Válaszoljon az alábbi kérdésekre és jelölje be a helyes választ a kérdések alatt található táblázatba! Mindegyik kérdésre egyetlen helyes válasz adható!

1. Mi az SDH hátránya?

- A A pointertechnika leegyszerűsíti az átvitelt
- B Nagyfokú szabványosítás.
- C A moduláris struktúra.
- D Nagyszámú fejrész.
- E Szabványos optikai interfész.

2. Melyik állítás hamis az SDH rendszerben?

- A A szinkronizáláshoz külső órajelet kell alkalmazni
- B A pointertechnika bonyolult
- C Az amerikai eredet miatt az átviteli kapacitás lecsökkent
- D A rendszer alkalmas 140 Mbit/s feletti sávszélesség átvitelére is
- E A multiplexálás bitenként történik

3. Mekkora az STM-4 jel sebessége?

- A 155,52 Mbit/s
- B 4xSTM-0 sebessége
- C 622,08 Mbit/s.
- D 12xSTM-1 sebessége
- E 2,48832 Gbit/s

4. Hány byte-ból áll az STM-1 keret regenerátor szakasz fejrésze?

- A 3x9 byte-ból.
- B 9x9 byte-ból
- C Nx27 byte-ból
- D 9 byte-ból
- E 5x9 byte-ból

5. Mekkora egy STM-N keret keretideje?

- A Nx125 ms
- B 125 ms
- C Nx125 μ s
- D 125 μ s

E A tributary jel méretétől függ

6. Hol található az STM-4 keret szinkronszava?

- A A payloadon belül
- B A keret első 24 byte-jában.
- C A regenerátor szakasz fejrészben
- D A multiplexer fejrészben
- E A keret első 6 byte-jában

7. Mekkora a payload mérete az STM-1 keretben?

- A 270x9 byte
- B 2430 byte
- C 9x9 byte
- D 9x261 byte
- E Az STM-1 keret regenerátor szakasz fejrészrel csökkentett byte-jainak száma

8. Melyik állítás hamis az STM-N rendszerben?

- A A keret fejrészből és payloadból tevődik össze.
- B A keret byte-jainak a száma N-szer annyi, mint az STM-1 kereté.
- C A keret ideje N-szer akkora, mint az STM-1 kereté
- D A fejrész mérete Nx9 byte.
- E Egy byte-ban egyszerre egy átviteli csatorna helyezhető el.

9. Melyek a multiplikálás szabályai az SDH rendszerben?

- A A multiplexálás bitenként történik
- B Multiplexálás esetén a fejrészeket egymáshoz szinkronizáljuk
- C Ha M darab N-edrendű keretet multiplikálunk, akkor egy STM-M jelet kapunk
- D A payloadban lévő jeleket pointerek segítségével szinkronizáljuk össze
- E Multiplexálás esetén egy új, magasabbrendű keretet definiálunk

A B C D E

1

2

3

4

5

6

7

8

9

2. feladat Számítási feladat

Számítsa ki az alábbi értékeket!

Egy STM-16 szinkron jelnek mekkora

- a az átviteli sebessége?
- b a keretidejének hossza?
- c az egy keretben található byte-ok száma?
- d egy bitjének „szélessége”?

Egy szabványos 140 Mbit/s-os jel STM-1 keretben történő átvitelénél hány %-os a hasznos jel átvitele a szinkron jeléhez képest?

Megoldás:

MEGOLDÁSOK

1. feladat Tesztfeladat

	A	B	C	D	E
1	X				
2					X
3			X		
4	X				
5				X	
6			X		
7				X	
8			X		
9		X			

2. feladat Számítási feladat

Egy STM-16 szinkron jelnek

- az átviteli sebessége az alapmodul 16-szorosa lesz:
 - $16 \times 155,52 \text{ Mbit/s} = 2488,32 \text{ Mbit/s}$
- $125 \mu\text{s}$, mivel a keretidő nem változik, csak több bájtot fog tartalmazni
- Az STM-1 keret bájtjainak a száma: $270 \times 9 = 2430 \text{ byte}$
 - Az STM-16-é $2430 \times 16 = 38880 \text{ byte}$
- $T = 1/f$
 - ahol $f = 2488,32 \text{ Mbit/s}$
 - $T = 4,018 \cdot 10^{-10} = 400 \text{ ps}$

Egy szabványos 140 Mbit/s-os jel STM-1 keretben történő átvitelénél hány %-os a hasznos jel átvitele a szinkron jeléhez képest?

- A szinkron jel átviteli sebessége: $155,52 \text{ Mbit/s}$,
- a (140 Mbit/s) PDH jel átviteli sebessége: $139,264 \text{ Mbit/s}$,
- a kettő aránya: $\eta = 139,264/155,52 = 89,5\%$

GERINCHÁLÓZATI RENDSZEREK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Egy érdeklődő számára kell elmagyarázni, hogy a gerinchálózaton milyen hálózatelemek találhatók, ezek hogyan működnek.

Részletezze az egyes hálózatelemek működési elveit! Mutassa be, melyik hol, milyen hálózatban alkalmazható!

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. SDH hálózatelemek

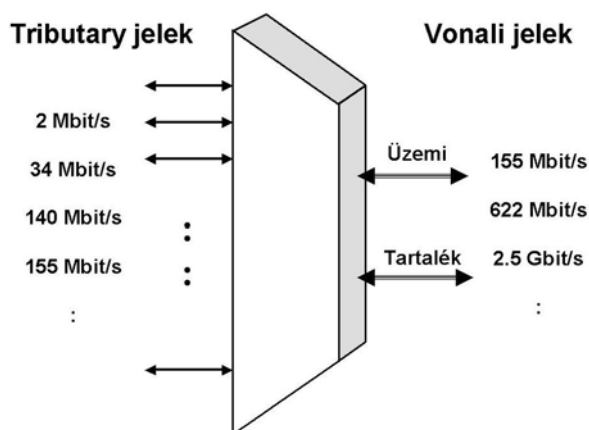
Egy SDH hálózat kialakításának célja a nagykapacitású, jó minőségű jelátvitel megvalósítása és illesztése a már meglévő különböző digitális hálózatokhoz. Ezt az illesztést, valamint az összeköttetések kialakítását valósítják meg az SDH hálózatelemek. A következő alapelemeket definiáljuk:

- vonali és végződő multiplexerek (TM = Terminal Multiplexer)),
- cross connect-ek (DXC = Digital Cross Connect = vezérelt digitális rendezők),
- leágazó multiplexerek (ADM = Add Drop Multiplexer),
- regenerátorok.

Vonali és végződő multiplexer

A vonali multiplexerek feladata a különböző szintű tributary jelek – PDH jelek (2, 34, 140 Mbit/s), SDH jelek (155, 622 Mbit/s) illetve ATM jelek – multiplexálása és demultiplexálása valamint illesztése az SDH hálózathoz. Ezek a hálózatelemek alkalmasak pont-pont közötti összeköttetések megvalósítására. A multiplexált jelek illesztése általában optikai vonalakhoz történik, mely alól csak az STM-1 szintű azon jel a kivétel, melyet valamilyen más célból még tovább feldolgoznak. Ilyen lehet a mikrohullámú vonalvégződés felé történő átvitel.

A vonali multiplexerek két csoportba oszthatók: PDH/SDH illetve SDH/SDH multiplexerekre. Sok esetben az adott berendezések mindkét módon tudnak üzemelni, csak konfigurálás kérdése, hogy a tributary oldalon PCM jeleket vagy szinkron jeleket tudnak fogadni.



7. ábra. A vonali multiplexer

A végződő multiplexer annyiban különbözik a vonalitól, hogy a jelek virtuális Konténerekké történő átalakítása után még egy átrendezési lehetőség is van. Ezt egy kapcsoló mátrix valósítja meg, így lehetőség van a jeleket tetszőleges portra (kimenetre) kötni.

Cross connect

A cross connect (DXC = Digital Cross Connect) a beérkező jeleket képes mind egymás között, mind pedig egy adott vonalban elhelyezett alacsonyabb rendű tributary jeleket átrendezni. A beérkező jeleket felbontja különböző szintű virtuális konténerekre (VC), melyeket egy többszintű kapcsoló mátrix kapcsolhat át és helyez bele egy másik vonalba. Nagy hálózati csomópontok, gyűrűk találkozásánál alkalmazható nem csak a vonalak, hanem az átviteli utak átkapcsolására is. Nagyságát az átkapcsolási pontok méretével adják meg, például hogy hány 2 Mbit/s-nak megfelelő kapacitás átkapcsolása végezhető el a hálózatelemmel. Például 128 x 2 Mbit/s ekvivalens, azt jelenti, hogy vagy 128 db 2 Mbit/s-ot, vagy ennek megfelelő 2 db 140 Mbit/s-ot képes átkapcsolni.

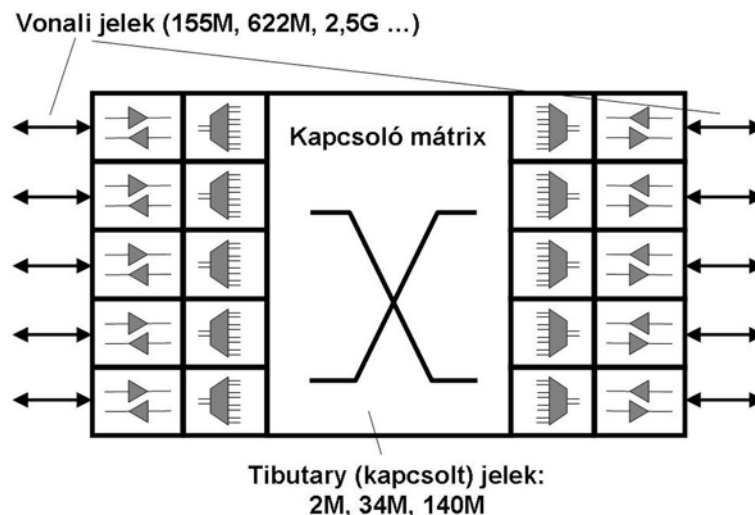
A cross-connect berendezések különböző típusai léteznek, attól függően, hogy a kapcsoló mátrix milyen szintű jeleket tud kapcsolni. Ezeket a típusokat a típusjel utáni két számjegy határozza meg, az alábbi jelölési szabály szerint:

DXC x / y,

ahol x = a kapcsolható legnagyobb sebességű jel kódja

y = a kapcsolható legkisebb szintű jel kódja

Például a DXC 4/4 berendezés egy olyan cross-connect, mely a portjai között tetszőleges VC-4 szintű kapcsolást végre tud hajtani. Ez azt is jelenti, hogy egy DXC4/4 berendezés 140 Mbit/s-os vagy STM-N portokkal rendelkezik, ennél kisebb sebességűeket nem tud fogadni.



8. ábra. A cross connect felépítése

A kapcsolásokat a DXC-ben szoftveresen lehet létrehozni és változtatni, a DDF-eken (Digital Distribution Frame = digitális rendezőkön) manuális átrendezés nélkül.

A DXC-ket az alábbi célokra alkalmazhatjuk:

- forgalomirányításra, a jelek tetszőleges útvonalra kapcsolására,
- azonos típusú jelek egy nyalábba rendezésére (grooming) valamint
- tömörítésre (consolidation).

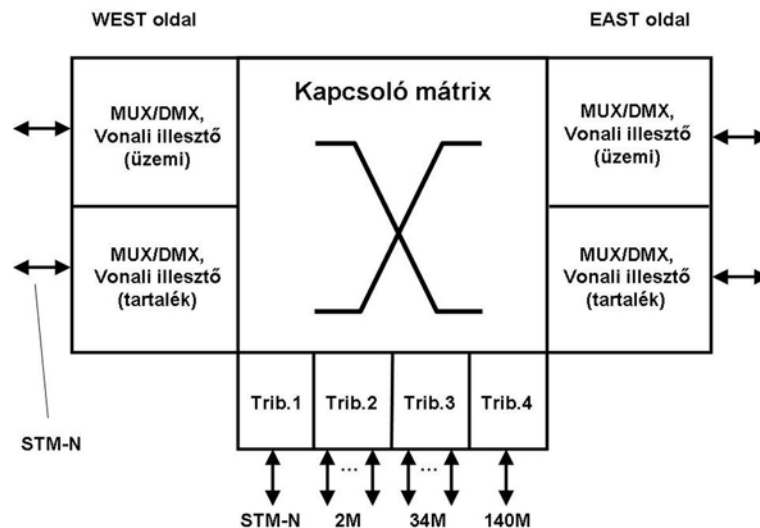
Ha a nyalábok időréseiben (konténereiben) különböző típusú forgalom halad, pl. kapcsolt telefon, adatátvitel, videó stb., a cross-connect berendezéssel ezeket külön nyalábokba lehet szétválogatni, melyeket aztán az adott hálózati pont felé vezetünk. A vonali kapacitások jobb kihasználására, a kevésbé kitöltött nyalábokat (konténereket) tömöríthetjük. A felszabaduló átviteli kapacitások más átviteli formákra is hasznosíthatók.

Ezeknek a berendezéseknek az átkapcsolása távfelügyeleti rendszeren keresztül történik, mely nem a berendezés mellett helyezkedik el, hanem egy olyan központban, ahol állandóan szemmel tarthatják a hálózat működését. Innen történik egy új összeköttetés konfigurálása, illetve hiba esetén a jelek átkapcsolása kerülő (tartalék) útvonalra.

Leágazó multiplexerek

A leágazó multiplexerek feladata egy (vagy több) vonalból a különböző szintű tributary jelek leágasztása és becsatolása. Ezt a funkciót hasonlóan a cross connect-ekhez egy kapcsoló mátrix segítségével valósítja meg. Ezáltal teszi lehetővé, hogy a hálózati vonalakból tetszőleges számú alacsonyabb rendű tributary jelet (pl. 2 Mbit/s) lehessen kivenni (illetve becsatolni) anélkül, hogy a többi átmenő összeköttetést megbontaná. Ezek a hálózatelemek alkalmasak gyűrűs hálózatokból és pont-pont közötti vonali összeköttetésekből tetszőleges helyen leágasztani jeleket.

A leágazó multiplexerek felépítése nagyon hasonló a cross connect-ekéhez. A virtuális konténerek szintjéig visszafejtett jelet egy kapcsoló mátrix segítségével lehet bármelyik interfész port felé kapcsolni, akár leágasztatva az alacsonyabbrendű tributary jelek felé, akár a továbbmenő vonalba helyezve. A leágazó rész lehet PDH és lehet SDH interfész is. Ennek megfelelően kell a jelet tovább visszafejteni, vagy visszaállítani egy STM keretet.



9. ábra. A leágazó multiplexer felépítése

A leágasztás nem csak egy adott szinten történhet, hanem vegyesen is: az összes PDH jel és az alacsonyabbrendű STM jel. Például egy 155 Mbit/s-os STM-1 vonalból leágasztatható (illetve becsatolható) 2 db 34 Mbit/s-os jel valamint e mellett 21 db 2 Mbit/s.

A leágazó multiplexer többféle berendezésként üzemeltethető:

- végződő multiplexerként, mikor az egyik vonali irányt nem használják ki, hanem csak a tributary jelek lebontását és multiplexálását használják ki,
- leágazó multiplexerként, amikor vagy egy vonali jeltől, vagy egy gyűrűből a tributary jeleket ki-, illetve be-csatolják,
- cross-connect-ként, melyben a vonali és a tributary jelek közötti tetszőleges átrendezési lehetőséget használják ki.

Gyakori eset a leágazó multiplexereket vonalvégződésként alkalmazni. Előnye, hogy a tributary jelek átrendezhetőek, a menedzsment segítségével tetszőleges átkapcsolás valósítható meg. Az összeköttetés mátrixa nem túl nagy, ezért még árban is megfelelő. Bővítési lehetőség is magában hordozza, így a vonal könnyen meghosszabbítható.

Legáltalánosabb felhasználási módja a gyűrűből történő jelek ki- és becsatolása. Míg a gyűrűk vonali sebessége STM-1/4/16 szintű, addig a leágasztott tributary jelek sokszor csak egy-két 2 Mbit/s-ot tartalmaznak. Helyi és helyközi hálózatokban, ahol az igény egy-egy állomáson nem nagy, de változó lehet, ugyanakkor sok ilyen állomással kell kapcsolatot létesíteni érdemes a gyűrűs struktúra alkalmazása.

A tributary oldalon nem csak kisszintű PDH jelek lehetnek, hanem előfordulhatnak SDH szintek is. Ezeket alkalmazva az SDH hálózat kibővíthető, alacsonyabb vagy azonos szintű hálózati réteg alakítható ki. Az SDH tributary jelbe nem kell az összes vonali jelet kicsatolni, néha csak egy-két alacsonyabbrendű jelet tartalmaz, így egyszerre több (pl. 4 db) STM-N kártya is elhelyezhető. Egy megkötés van csak, hogy az összes tributary kártyákon együttesen érkező jelekből maximum a vonali jel kapacitásáig lehet jelet a vonalban elhelyezni a virtuális konténereket.

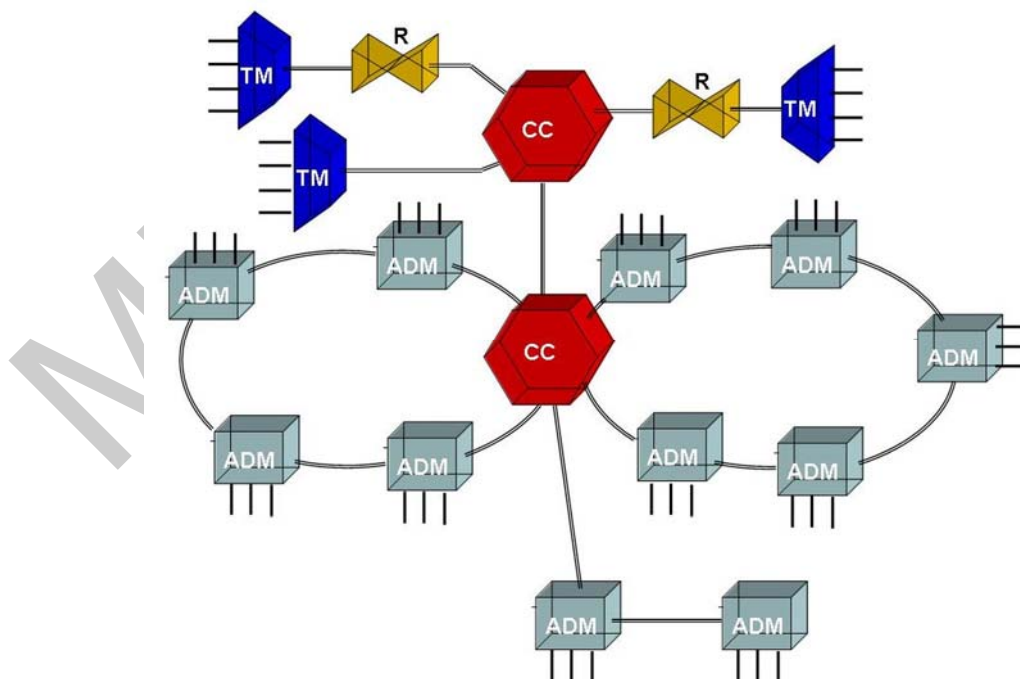
A leágazó multiplexerek alkalmasak csomópontokon több hálózat összekötésére. Az összeköttetés mátrix bármely irányból érkező (akár vonali akár tributary) virtuális konténert bármely irányba képes kapcsolni, ezáltal cross-connect-ként alkalmazható.

Regenerátorok

Regenerátorokat az egyes nagytávolságú összeköttetések kialakításánál alkalmaznak a jel szintjének növelésére. Ezáltal az áthidalható távolság megnő. Ezek a hálózatelemek az átviteli utat nem változtatják, az átvitt információt változatlanul küldik tovább. Az STM keret fejrészének is csak egy részét fejtik vissza, mely a jel regenerálásához, a regenerátorok üzemeltetéséhez és távfelügyeletéhez szükségesek.

2. SDH hálózatok

Az SDH hálózatok többnyire a fenti hálózatelemek segítségével építhetők fel. Ezek mindenképpen nagysebességű, fix összeköttetéseket megvalósító hálózati struktúrák. Transzport hálózatok, mely azt jelenti, hogy a beadott jelet változtatás nélkül továbbítja.



10. ábra. Az SDH hálózat struktúrái

Jellemzője még, hogy szinkron összeköttetéseket tartalmaz. Egyrészt az órajelük szinkronban van, másrészt két hálózatelem között akkor is van jeltovábbítás, ha hasznos adatot nem továbbítanak. A sávszélességet ekkor is lefoglalja az átvitel.

Ezen a jelfolyamon keresztül azonban állandó menedzselés folyik. A keretben található fejrészek segítségével az üzeneteket továbbítják a hálózatelemek között, valamint a menedzsmenet felé. A menedzselő jelek egyrészt a DCC (adatkommunikációs) csatornákon keresztül a konfigurációs jelek, de ide tartoznak a riasztást jelző bitek, és a minőséget befolyásoló és tanúsító jelek is.

Egy hálózat felépítése több különböző szinten valósulhat meg. Ez függ a hálózat méretétől és funkciójától. Egy országos hálózatot véve példának megkülönböztetünk gerinchálózati szintet, rurál vagy helyi hálózati szintet és előfizetői hálózati szintet. Az egyes rétegek (szintek) önállóan működő, sokszor saját felügyeleti rendszerrel üzemelő hálózatot alkotnak. Minél magasabb szinten valósítjuk meg az egyes hálózatokat, annál nagyobb az átviteli kapacitás igénye. A legfelső réteg STM-16/64 szinteket használnak, míg az alacsonyabbrendű rétegek STM-1/4 szinteket.

Az egyes rétegek, szintek egymástól eltérő hálózati felépítést mutathatnak, függetlenül attól hogy azonos, vagy különböző hálózati síkon helyezkednek el. Lehetnek szövevényes, gyűrűs, csillagpontos hálózatok.

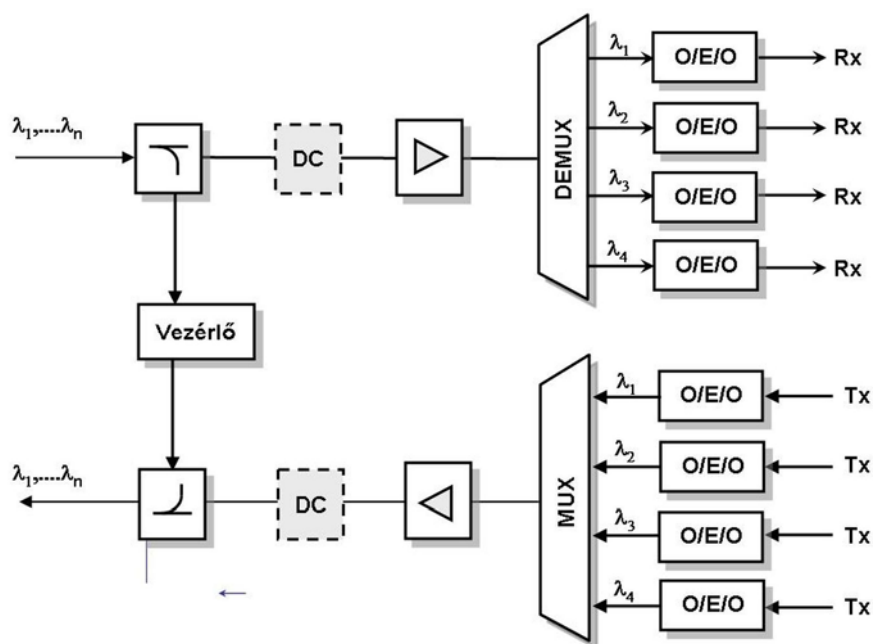
A helyközi hálózatokban (gerinchálózat) a nagykapacitású vonalak kialakításánál szövevényes struktúrát alkalmaznak. A főbb csomópontokban cross connect-ek biztosítják az összeköttetéseket és az átrendezési lehetőséget. Ehhez csatlakoznak az alacsonyabb szintű rétegek, melyek lehetnek gyűrűs hálózatok.

SDH gyűrűk kialakítása a különböző régiók, területek kedvelt hálózati struktúrája. Olyan helyeken célszerű az alkalmazása, ahol már előfordulnak nagy átviteli kapacitás igények, de az információt hordozó jel sávszélessége alacsony vagy változó igényű. Például központok összeköttetésére alkalmas. Őriási előnye, hogy struktúrájából adódóan rendelkezik tartalékolási lehetőséggel. Ha a gyűrű valahol megszakad, a másik irányból még fenntartható az adott irányú összeköttetés.

Bár az SDH nagykapacitású összeköttetések megvalósítását teszi lehetővé, mégis megjelent az igény iránta a nagy üzleti előfizetők körében is, akik korszerű technológián alapuló, menedzselt összeköttetéseket megvalósító rugalmas hálózati struktúrát kívánnak létrehozni.

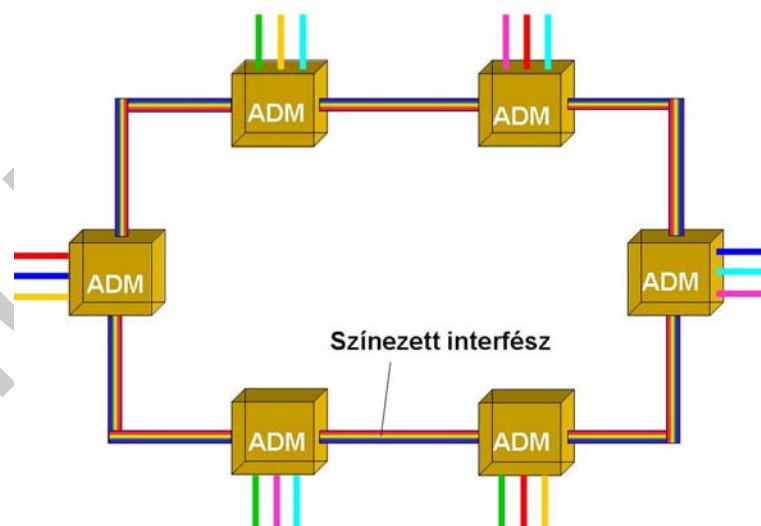
3. DWDM rendszer

A gerinchálózatokban az átvitel sokszor megkívánja olyan nagy kapacitások átvitelét, melyet már az SDH keretek multiplexálásával nem lehet megoldani. Ilyenkor alkalmazzák a WDM (Wavelength Division Multiplexing) rendszereket. Ilyen nagykapacitású hálózatoknál elsősorban a DWDM rendszer terjedt el. Ez az ún. sűrűosztásos WDM rendszer. Lényege, hogy az 1550 nm-es átviteli ablakban – egymástól pár nm távolságra – különböző hullámhosszakon több nagysebességű jelet továbbítanak párhuzamosan.



11. ábra. A WDM multiplexer felépítése

Ezek a rendszerek optikai erősítőt tartalmaznak, hiszen ilyen távolságoknál a beiktatott osztók és más optikai elemek miatt megnő a hálózat csillapítása, melyet kompenzálni kell. Mivel a magyarországi gerinchálózat esetében nem túl nagyok regenerátor szakasz hosszak, így ez könnyen megvalósítható volt.



12. ábra. A WDM gyűrű

Bár az átvihető hullámhossz 64 lehet, de az igény nem haladta meg a 20-as nagyságrendet. Bár ez lehet, hogy idővel változni fog.

Ebben a rendszerben is megjelent a pont–pont összeköttetéseken kívül a leágazás igénye is. Már nem csak vonali DWDM multiplexert alkalmaztak, hanem olyan leágazó multiplexereket is, melyek a kevert hullámhosszt tartalmazó jelből képesek voltak egy–két adott hullámhosszú jelet leágaztatni az igényeknek megfelelően. Két fajtájuk is ismeretes. Régebben a fix hullámhossz leágaztatású multiplexereket alkalmazták, mára azonban a konfigurálható került előtérbe. Itt a hullámhossz kapcsolást is meg kellett valósítani.

Mint minden gerinchálózati rendszerben a menedzselő jelek átviteléről is gondoskodni kellett. Ezt általában más hullámhossz tartományban (pl. 1300 nm-en) valósították meg.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A szinkron rendszerek témakör már kézzel foghatóbb, mint az alapfogalmak. Itt inkább a struktúrát, annak értelmezését és a hálózaton alkalmazott elemeket kell megismerni. Ehhez a feldolgozáshoz nyújtanak segítséget az alábbi feladatok, melyeket érdemes közösen, ötletelve feldolgozni.

1. feladat

Gyűjtsük össze, hogy egy hálózaton milyen hálózati funkciókat kell ellátnia egy-egy hálózatelemnek?

Megoldás:

2. feladat

Hogyan lehet egy STM-1 szintű leágazó multiplexerben 4 STM-1 szintű jelet leágaztatni?
Milyen szintű összeköttetéseket lehet létrehozni a hálózatelem kapcsoló mátrixában?

Megoldás:

3. feladat

Melyek egy WDM multiplexer feladatai?

Megoldás:

Amennyiben lehetőség van rá, a gyakorlatban is nézzük meg ezeket a hálózatelemeket működés közben. Ez történhet akár egy üzemlátogatás keretében is.

Az anyagrészben alkalmazott fontosabb fogalmak:

Cross connect egy olyan hálózatelem, mely a beérkező jeleket, valamint az azon belül található tributary jeleket képes tetszőleges portra kapcsolni.

DDF (Digital Distribution Frame = digitális rendező keret), ahol a hálózati végpontok kirendezésre kerülnek.

DXC (Digital Cross Connect = vezérelt digitális rendező) a cross connect rövidítése.

Hálózatelem a berendezések általános elnevezése, melyeket a hálózaton alkalmaznak.

Kapcsoló mátrix a cross connectek központi funkciója, mely lehetővé teszi a jelek tetszőleges kapcsolódását.

Leágazó multiplexer egy olyan hálózatelem, mely egy adott vonalból képes alacsonyabbrendű jeleket leágaztatni.

Regenerátor egy olyan hálózatelem, mely a jelt az eredeti minőségében állítja vissza, erősíti, szinkronizálja és jelformálást végez.

Végződő multiplexer egy olyan hálózatelem, mely a multiplexelésen kívül a jeleket át tudja rendezni és tetszőleges portra kapcsolni.

Virtuális konténer az a berendezés által alkalmazott alapegység, mely a tributary jelet és a hozzá tartozó információkat tartalmazza.

Vonali multiplexer a vonalon alkalmazott multiplexer/demultiplexer, melynek fő feladata a tributary jelek betétele a jelfolyamba, valamint azok detektálása.

MEGOLDÁSOK

1. feladat megoldás

- Multiplexálás
- Demultiplexálás
- Regenerálás
- Jel szétosztás
- Leágaztatás
- Jel csoportosítás
- Órajel időzítés (szinkronizálás)
- Tartalékolás
- Menedzselés

2. feladat megoldás

Egy STM-1 szintű leágaztatás nem azt jelenti, hogy minden tributary jelet leágaztatnak, hanem hogy az interfész, melyen keresztül a jeleket továbbítják STM-1 szintű. Ez annyit jelent, hogy előfordulhat, hogy ebben a jelben csak egy-két tributary jelet továbbítanak, például 2 db 2Mbit/s-ot.

A leágazó multiplexer a beérkező jeleket lebontja tributary összetevőkre és ezeket képes kapcsolni bármely irányba.

3. feladat megoldás

- A hullámhosszak multiplexálása
- A hullámhosszak demultiplexálása
- Hullámhossz konvertálás
- Menedzsment
- (Diszperziókompenzálás)

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat Párosítás**

Olvassa el figyelmesen az alábbi állításokat és mondja meg, melyik hálózatelemre igaz. Az állítások alatt található táblázatba jelölje be a helyes párosításokat. Egy állítás több hálózatelemre is igaz lehet!

Az állítások:

1. Gyűrűs hálózatban alkalmazható.
2. Pont-pont összeköttetések végpontjain alkalmazzák.
3. Kapcsoló mátrix található benne.
4. PDH és SDH jelet is képes kezelni.
5. Jelregenerálást végez
6. Képes azonos típusú jeleket egy nyalábba rendezni.
7. Képes tömörítést végezni
8. Alkalmazható több hálózat csomópontjában.
9. Csak SDH interfésszel rendelkezhet.
10. Távolról menedzselhető.
11. Diszperzió kompenzálást végez.
12. Optikai interfésszel rendelkezik.
13. Hullámhossz konvertálást végez.
- 13+1. Leágazó funkció valósítható meg vele.

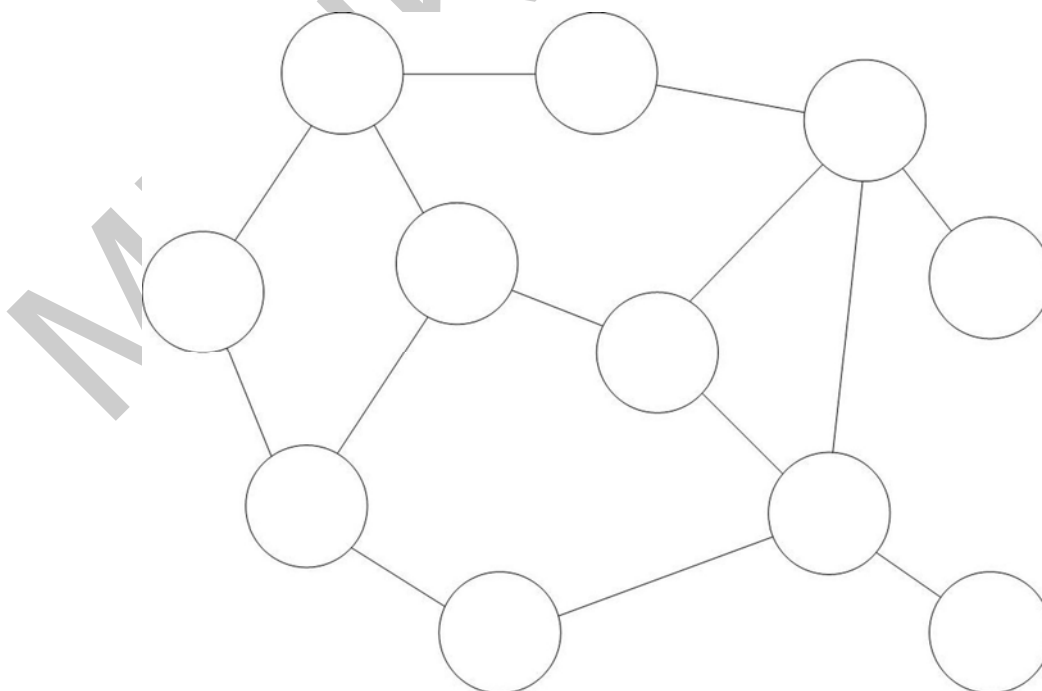
A párosítandó hálózatelemek:

- A Vonali multiplexer
- B Végződő multiplexer
- C Leágazó multiplexer
- D Cross connect
- E SDH regenerátor
- F WDM multiplexer

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
13+1						

2. feladat Hálózattervezés

Az alábbi hálózatrészlet csak a fizikai összeköttetéseket tartalmazza. Tervezze meg, hova melyik hálózatelemet tenné be! Az ábrába rajzolja bele a megfelelő elem rajzjelét!



13. ábra.

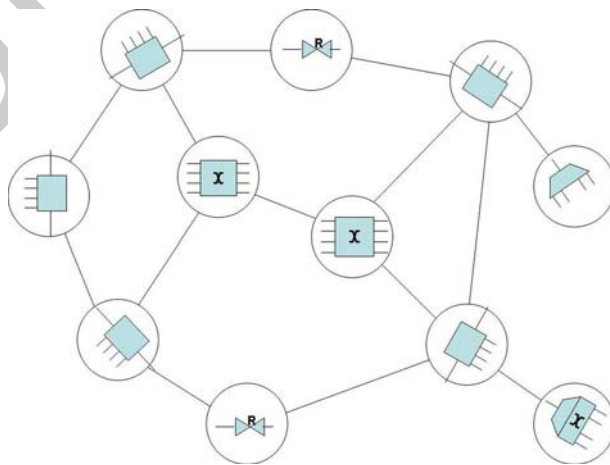
MEGOLDÁSOK

1. feladat Párosítás

	A	B	C	D	E	F
1			X	X	X	
2	X	X	X			X
3		X	X	X		
4	X	X	X	X		
5	X	X	X	X	X	X
6			X	X		
7			X	X		
8			X	X		
9					X	
10	X	X	X	X	X	X
11						X
12	X	X	X	X	X	X
13						X
13+1			X	X		X

2. feladat Hálózattervezés

Nagyon sok megoldás lehetséges! Egy lehetséges megoldást mutat be az alábbi ábra.



14. ábra.

GERINCHÁLÓZATOK MENEDZSELÉSE

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

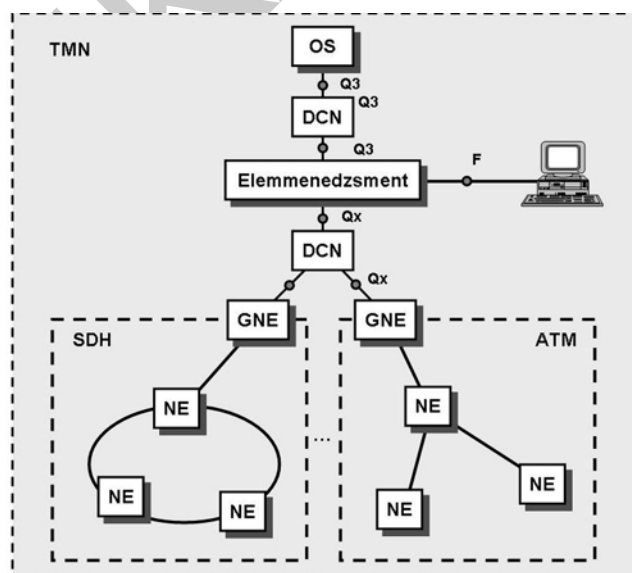
Egy gerinchálózat menedzsmentjének kiépítésében szeretne részt venni. Ehhez szüksége van a menedzselési alapismeretekre, a szabvány szerinti megvalósításokra is.

Foglalja össze röviden a menedzsment alapismereteit, térjen ki feladataira is. Mutassa be, hogy hogyan történik az SDH hálózatelem vezérlése és üzemeltetése!

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. Menedzsment szintjei (ITU-T)

A TMN (Telecommunication Management Network = kommunikációs menedzselő hálózat) architektúrája az ábrán látható. A legfelső szintje a központi operációs rendszer (OS), mely egy adatkommunikációs hálózaton (DCN = Data Communication Network) keresztül vezérli (látja) az elemmenedzselő rendszereket. Itt a szabványos interfész Q3.



15. ábra. A TMN rendszere

Minden hálózatnak, az SDH, PCM, ATM, ...stb. hálózatoknak saját menedzselő rendszerük van. Ez az egyedi operációs rendszer vezérli a saját hálózatának elemeit, berendezéseit. Az elemmenedzselő rendszer vezérelhető a központi operációs rendszerről, vagy helyben (F interfész ponton keresztül) egy terminál segítségével.

A hálózat elérése egy olyan hálózatelemen keresztül történik, mely rendelkezik egy adatkommunikációs csatornaillesztő egységgel, egy ún. Gateway elemmel (GNE = Gateway Network Element). A többi hálózatelem viszont a belső kommunikációs csatornán keresztül érhető el. Ez annyit jelent, hogy nincs külön menedzselő hálózat, hanem az SDH jelfolyamban a többi jellel együtt kerülnek a vezérlő jelek továbbításra. Ezek a csatornák az SDH keret fejrészében található, erre a célra fenntartott bájtokban találhatók.

A struktúrából az is kiolvasható, hogy egy hálózatelem vezérelhető a távfelügyeleti rendszer (TMN) segítségével, helyben egy Local Terminal-lal, vagy esetlegesen a berendezésen keresztül.

Az elemmenedzselők feladatait öt csoportba lehet besorolni:

- Konfiguráció menedzsment
- Meghibásodás (riasztás) menedzsment
- Útvonalkonfiguráció
- Minőség menedzsment
- Biztonság menedzsment

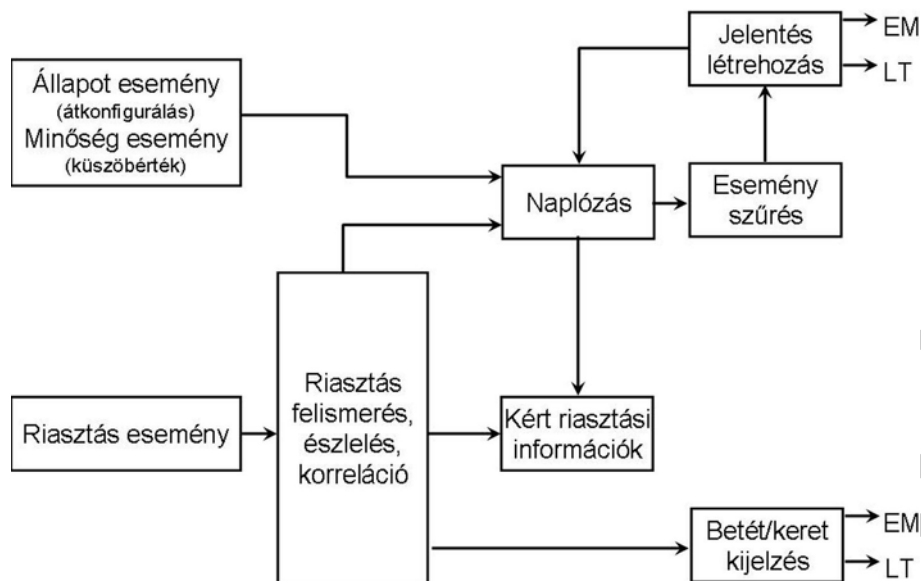
A konfiguráció menedzsment felelős azért, hogy az adott hálózatelemet a kívánt módon fel lehessen konfigurálni. Itt lehet beállítani a típusát, a portok számát, az alkalmazott funkciókat. Minden telepítésnél ez az első lépés. Ez történhet Local Terminal segítségével helyben, feltölthető adathordozóról, vagy ha definiálunk neki egy hálózati címet, akár távfelügyeleti (elemmenedzselő) rendszer segítségével is.

A riasztás menedzsment a hálózatban előforduló riasztások gyors, vizuális megjelenítését eredményezi. A riasztások gyors kijelzése lehetővé teszi az operátor számára, hogy a forgalom megszakításának idejét a legkisebbre csökkenthesse, és a hálózatot átkonfigurálhassa.

Az események feldolgozása (kezelése) a hálózatelemben az operátor által meghatározott paramétereket figyelembe véve történik. A berendezések installálásakor beállított alapértelmezett értékeket az operátor megváltoztathatja, így módosítva az események feldolgozását, jelentését valamint kijelzését.

Az események feldolgozását a 13. ábra szemlélteti. Minden eseményt a hálózatelem vezérlő kártyája dolgoz fel, a beállított paramétereknek megfelelően.

A változások bekövetkezését nevezzük eseményeknek. Az észlelt események riasztási eseményt hoznak létre, az NE átkonfigurálásából állapot események keletkeznek, míg a minőségi küszöbértékek átlépése minőségi eseményeket eredményez.



16. ábra. Az esemény feldolgozása

A riasztási küszöbértékek, illetve a működéshez szükséges alap paraméterek beállítása a minőségbiztosítási menedzsment feladata. Az események konfigurálásakor például a következő paramétereket lehet definiálni:

- Esemény, riasztás típusa
- Riasztás súlyossága
- Fennállásának ideje
- Kijelzés típusa, helye

Lehetőség van a menedzselt NE-k által feljegyzett minőségi adatok lekérésére és megjelenítésére a minőségi funkciók segítségével. Az adatok az elemmenedzselő rendszerben történő tárolása lehetővé teszi a megfigyelt időszakban a hálózat minőségi tendenciájának nyomon követését.

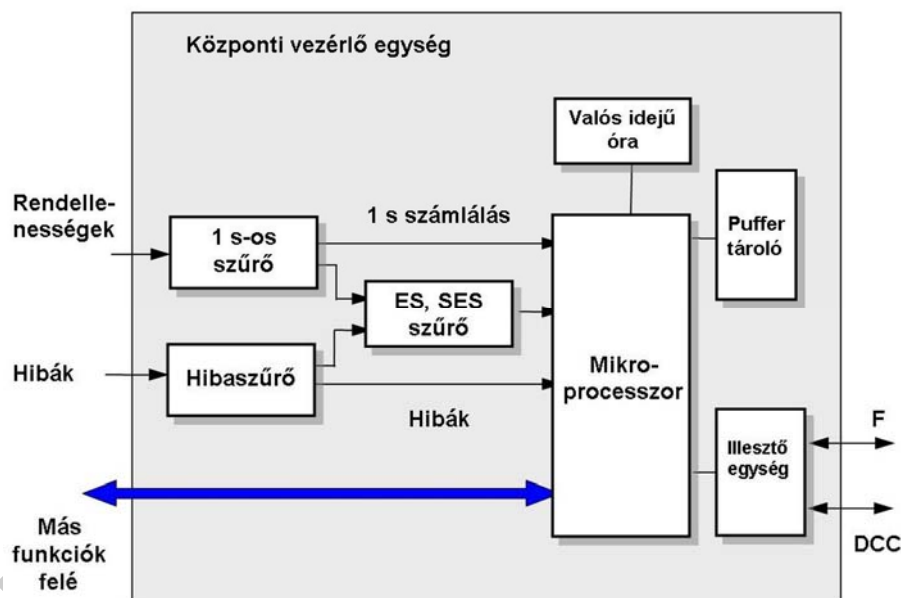
A funkciók segítségével lehetőség van a hálózati topológia bevitelére, amely a telephelyi, tartományi és hálózati elemi hálózat megtekintést biztosít a teljes hálózatra. Ez lehetővé teszi az operátor számára, hogy a hálózatot olyan szinten vizsgálja, amely megfelel a feladat elvégzéséhez, egészen a teljes hálózattól, az egyes hálózat elemek betétszintű elhelyezkedéséig vagy keresztkapcsolásáig. Az útvonalakat nem csak a hibamentes állapotra kell konfigurálni, hanem a meghibásodás esetén a tartalékra történő átkapcsolásokról is gondoskodni kell.

A menedzsment rendszerekhez csak az arra feljogosított operátorok és berendezések kapcsolódhatnak. Az operátorok hozzáférése nevük és jelszavuk azonosítása után lehetséges.

A hálózatelembe illetve az elemmenedzselő rendszerbe történő sikeres belépés után az adott operátor számára csak a számára engedélyezett funkciók válnak elérhetővé. Ezt előzetesen a rendszer adminisztrátor állítja be, és az operátorok felhasználói osztályokba történő besorolásán alapszik, így az ugyanazon osztályba tartozó operátorok ugyanazokat a lehetőségeket érhetik el.

2. SDH hálózatok vezérlése és órajele

Egy berendezés vezérléséről a **központi vezérlő egység** gondoskodik, mely az összes funkcióval, egységgel kapcsolatban van. Feladata a hálózatelem konfigurációjának megfelelően az összeköttetés biztosítása, a különböző hibák detektálása és elemzése, valamint az ennek megfelelő parancsok kiadása. Három részből áll, a hibafeldolgozó részből, egy tárolóból a hozzá tartozó valós idejű órával (mely független az órajel generátor órájától), és magából a vezérlő egységből. Ezt az összetett funkciót egy mikroprocesszor végzi.



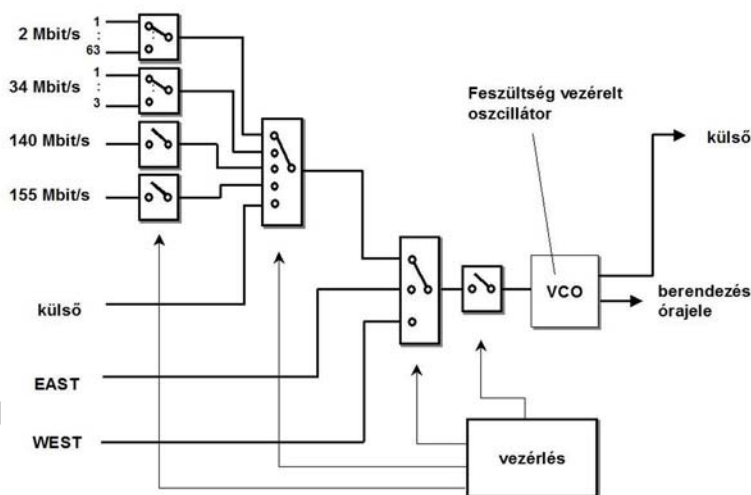
17. ábra. A központi vezérlő riasztás kezelése

A konfiguráció egy tárolóban elmentésre kerül, ez biztosítja, hogy egy funkció vagy akár a vezérlő egység meghibásodása esetén is gyorsan újrakonfigurálható legyen a rendszer. A hibákat detektálja és kiértékeli, melyre három hibaszűrő egység áll rendelkezésére. Az egyik a hibák fajtáit regisztrálja (hiba szűrő), mint például a jelvesztés, a keretszinkron hiba, a pointervesztés, az AIS vagy az átjelzett hibák. Az 1s-os szűrő a rendellenességek idejét vizsgálja, mint például a keretkiesés ideje, kiigazítási események jelzése, vagy a különböző hibaelemzés eredményei. A harmadik szűrő a kettőből számítja a G.821 ajánlás szerinti értékeket, a súlyosan hibás másodpercek (SES), a hibás másodpercek (ES) számát.

A vezérlő egység közvetlen összeköttetésben van az üzenetkommunikációs funkcióval, mely a külvilággal illetve a távoli állomásokkal tartja a kapcsolatot. A külső F interfész ponthoz csatlakoztatható a helyi terminál, mellyel a konfigurálást lehet megadni, valamint a hibákat lekérdezni. A Q interfész pontján keresztül csatlakoztatható a távfelügyeleti rendszer az üzenetkommunikációs egységhez. A kapott jeleket az a funkció fogja kiértékelni, amelyik ennek az egységnek szól, ezt továbbítja a vezérlő egység felé, amelyik pedig másik hálózatelemnek, azt átkódolva beleteszi az adatkommunikációs csatornákon (DCC) keresztül a vonali jel fejrészébe.

Az **órajel generátor** szolgáltatja az összes berendezés funkció számára azt az órajelet, mellyel függetlenül a jel irányától a berendezés együttesen működik. Összesen négy fajta különböző órajel áll a generátor rendelkezésére, melyből a megfelelőt ki kell választania és elküldeni a berendezés összes funkciója felé:

- a multiplexált jelből kinyert órajel, leágazó multiplexer esetén mindkét irányból,
- a tributary jelekből kinyert órajel, kiválasztható, hogy melyikből és melyik portról,
- külső órajel, mely egy külső vonalon érkezik és
- a generátor saját belső órajele (VCO).



18. ábra. Az órajel generátor felépítése

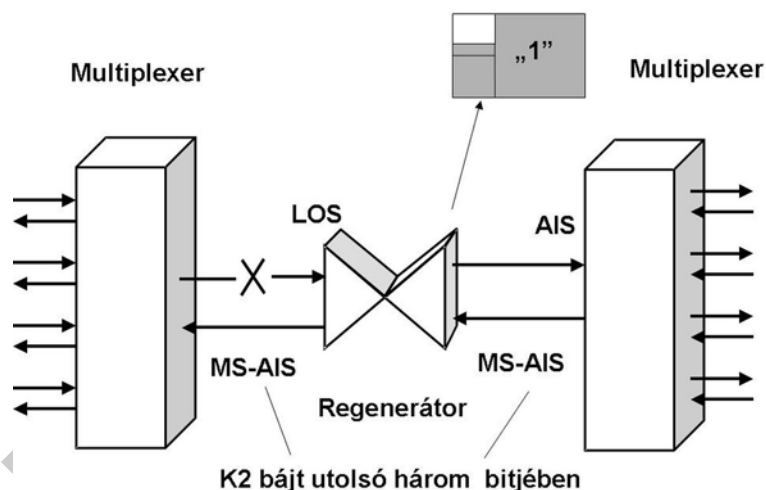
A szinkron hálózat annyit jelent, hogy "egyetlen" órajelből nyeri ki minden egyes berendezés a működéséhez szükséges órajelet és ezzel működik az eszköz összes funkciója. Ezt úgy lehetne legkönnyebben elérni, hogy egy külön hálózaton keresztül szállítjuk minden egyes berendezés felé az órajelet. Ez túl drága megoldás lenne, ezért a hálózatelemek egymásnak adják tovább a szinkronjeleket. Mivel minden berendezés több irányba küld és több irányból vesz jelfolyamot, el kell döntenie, melyik lesz az a meghatározó irány, melyből kinyert órajellel szinkronizáljuk fel az adott eszközünket. Ezt a feladatot végzi az órajel generátor egység.

3. Hibadetektálás

A berendezés működése közben különböző jelzések tájékoztatnak minket a jel minőségéről, a hiba fajtáiról. Ezek a multiplexálási folyamatot végző funkciókban detektálódnak, melyeket a központi vezérlő egység gyűjt össze és értékel. Minden egyes szinten más jelzéseket kapunk a működéstől függően.

A legfontosabb hibajelzések, melyek a jel megszakadásához vezetnek:

- LOS = Loss of Signal = jelvesztés, mikor nincs bejövő jel, vagy nem lehet belőle az órajelet kinyerni,
- LOF = Loss of Frame = keretszinkron elvesztése, amikor jelet tud venni, de nincs meg a keretszinkronszó, így további műveleteket nem tud a jelen elvégezni,
- MS AIS = Multiplexer Section Alarm Indication Signal = multiplexer szakasz AIS, amikor a keretben a regenerátor szakasz fejrész kivételével mindenütt AIS (csupa "1") érkezik,
- B2 hiba, mikor a 24 bites paritásellenőrző 10-3-nál nagyobb hibaarányt mér.



19. ábra. A vonalszakasz hibadetektálása

Ha a berendezés a bejövő jelben hibát észlel, akkor a fejrészben ezt visszajelzi. MS AIS (Multiplexer Section Alarm Indication Signal = multiplexer szakasz hiba átjelzés) jelet, ha AIS érkezik és szakadás esetén MS RDI (Multiplexer Section Remote Defect Indication = multiplexer szakasz távolvégi vett jel hiba jelzés) üzenetet küld vissza az adó számára.

Megvizsgálhatjuk ezt egy valóságos példán keresztül, ahol egy regenerátorral meghosszabbított szakasz egyik irányában hiba történt. Ennek hatására a hálózatelem vételi irányban (jelen esetben a regenerátor) vételi hibát jelez (LOS = Loss of signal = jelvesztés). Ha a visszirány él – nem egyszerre vágták el mindkét szálirányt –, akkor visszajelzést küld a rendszer a K2 bájt utolsó három bitjében. Közben ebben az irányban természetesen az összeköttetés él, adatforgalom van.

A másik multiplexer felé azonban a regenerátor nem tud továbbítani a tributary jelek közül egyet sem, hiszen a hiba miatt nincs mit továbbküldenie. A keretet azonban összeállítja, kitölti a regenerátor szakasz fejrészt, de a többi helyre csupa „1”-est tud csak elhelyezni (azaz AIS-t tesz a vonalba). A multiplexer ezt a jelet veszi, riaszt és visszirányban egy AIS jelzést küld a K2 bájtban.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A menedzsment rész egy nagyon nagy terület, egy önálló modul is lehetne. Mivel ilyen mélységben a technikusok számára nem kell oktatni a tananyagot, így csak néhány alapfogalom kerül ebben az SZT elemben ismertetésre.

A feldolgozást itt is segítheti a közös gondolkodás és az együttesen megoldott feladatok:

1. feladat

Milyen feladatokat kell ellátnia egy menedzselő rendszernek?

Megoldás:

2. feladat

A riasztásnak mi a folyamata, hol kell megjelenjen?

Megoldás:

3. feladat

Honnan vehet szinkron órajelet egy hálózatelem?

Megoldás:

MEGOLDÁSOK

1. feladat megoldása

Az elemmenedzselők feladatait öt csoportba lehet besorolni:

- Konfiguráció menedzsment
- Meghibásodás (riasztás) menedzsment
- Útvonalkonfiguráció
- Minőség menedzsment
- Biztonság menedzsment

2. feladat megoldása

A beérkező riasztás hatására a detektorok jeleznek, a riasztást elküldik a vezérlő egység felé. Itt történik a feldolgozása. A hibát ki kell javítani, vagy automatikusan a tartalékok lépnek üzembe, vagy a vezérlő mondja meg a teendőt, adja ki az utasításokat a konfigurálásra. Amennyiben nem képes kijavítani a hibát, megfelelő üzeneteket küld.

A riasztási eseményeket naplózzák és a különböző irányokba jelzik:

- Berendezésen
- Local terminálon
- Távfelügyeleti rendszeren
- Átküldik a túloldalra...

3. feladat megoldása

- Vonal jelből
- Tributary jelből
- Külső órajelből
- Saját belső órajel generátoráról

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat Tesztfeladat**

Válaszoljon az alábbi kérdésekre és jelölje be a helyes választ a kérdések alatt található táblázatba! Mindegyik kérdésre egyetlen helyes válasz adható!

1. Hol alkalmaznak Q3 interfészt az alábbiak közül?

- A Az operációs rendszer és az elemmenedzsment között
- B Minden elemmenedzselő rendszer ezen keresztül kommunikál a hálózatelemmel
- C A hálózatelemek egymás között ezen az interfészen keresztül kommunikálnak
- D Ezen az interfészen keresztül lehet a helyi terminállal a hálózatelemet vezérelni

2. Mi a feladata a Gateway eszköznek (GNE) az alábbiak közül?

- A Ez az eszköz vezérli a hálózatelemet
- B Ezen az eszközön keresztül lehet a hálózatelemek között kommunikálni
- C Ez az elem illeszti az elemmenedzselő rendszert és a hálózatelemet
- D Ez az elem felelős az operációs rendszer és az elemmenedzsment közötti kommunikációért

3. Hol történik a menedzselő jelek továbbítása az SDH hálózatelemek között?

- A Erre külön hálózatot alakítottak ki, melyen az adott elemek elérhetők
- B A hálózatelemek között nincs szükség a menedzsment jelek továbbítására
- C Az átküldött jellel párhuzamosan egy másik frekvencián (hullámhosszon) történik a jelek továbbítása
- D A jelfolyamba beépítve (a fejrész byte-okon keresztül) kommunikálnak a hálózatelemek egymással.

4. Melyik funkció nem az elemmenedzsment feladata?

- A A berendezés konfigurálása
- B A jel multiplexálása
- C A jel riasztásának kezelése
- D A jel útvonalának konfigurálása

5. Melyek az esemény feldolgozásának lépései?

- A Hibaanalízis – riasztás feldolgozás – naplózás – hiba kijelzés és továbbítás
- B Hibaanalízis – riasztás szűrése – riasztás feldolgozás – hiba kijelzés és továbbítás
- C Hibaanalízis – riasztás szűrése – riasztás feldolgozás – naplózás
- D Riasztás szűrése – riasztás feldolgozás – naplózás – hiba kijelzés és továbbítás

6. Honnan veszi az órajel generátor a felszinkronizáláshoz szükséges órajelet a legtöbb esetben?

- A Külső órajelet használ
- B Mindig a saját belső órajeleét alkalmazza
- C A tributary jelekből
- D A vonali jelből

7. Az SDH multiplexer bemenetén szakadás keletkezik. Milyen jelzést továbbít a multiplexer az alábbiak közül?

- A MS-AIS jelet küld vissza a túloldalra
- B LOS jelet továbbít a többi hálózatelem felé
- C MS-RDI jelet küld vissza az adó számára
- D B1 jelként jelzi a hibát a vezérlő egységnek

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

2. feladat Kifejtő kérdés

Milyen feladatai vannak egy menedzselő rendszernek?

Megoldás:

3. feladat Riasztáskezelés ábrázolása

Ábrázolja egy pont-pont összeköttetés riasztását, melyben két multiplexer található a két végponton és közte két regenerátor üzemel. Az összeköttetés egyik iránya megszakad a két regenerátor között. Hol milyen riasztások keletkeznek és milyen riasztásokat küld a rendszer?

Megoldás:

MEGOLDÁSOK

1. feladat Tesztfeladat

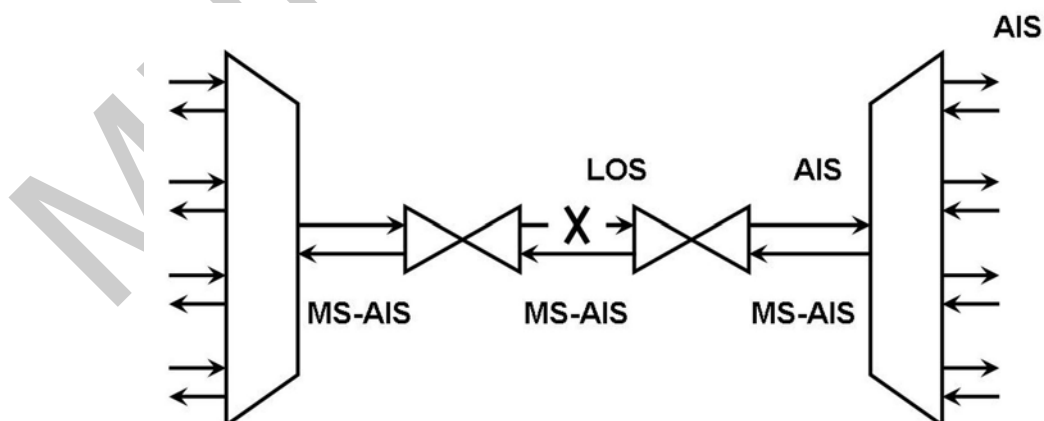
	A	B	C	D
1	X			
2			X	
3				X
4		X		
5	X			
6				X
7			X	

2. feladat Kifejtő kérdés

Az elemmenedzselők feladatait öt csoportba lehet besorolni:

- Konfiguráció menedzsment
- Meghibásodás (riasztás) menedzsment
- Útvonalkonfiguráció
- Minőség menedzsment
- Biztonság menedzsment

3. feladat Risztáskezelés ábrázolása



20. ábra.

IRODALOMJEGYZÉK**FELHASZNÁLT IRODALOM**

Paul E. Green Jr. Fiber to the home the new empowerment, WILEY-INTERSCIENCE A John Wiley & Sons, Inc., Publication 2006.

Kovács Zoltán: GPON optikai elérési hálózati fejlesztések a Magyar Telekom hálózatában, előadás Magyar Telekom PKI FI 2009.

Szomolányi Tiborné-Jeszenői Péter: Szélessávú optikai előfizetői hálózat, előadás Magyar Telekom PKI FI 2009.

Sipos Attila, Czinkóczy András, Horváth Róbert, Németh Attila: A Magyar Telekom NGN hálózatfejlesztési koncepciója, Híradástechnika LXI. évfolyam 2006/10

CENELEC Fibre optic access to end-user – A guideline to building of FTTX fibre optic network TECHNICAL REPORT 2007.

ITU: Telecommunication Standardization Sector of ITU: G sorozat (G.651–655; G 700–709; G 774; G 784...)

Elek Attila: Nyomvonalas távközlési hálózatépítési technológiák kézikönyve, Magyar Elektronikai és Infokommunikációs Szövetség 2006.

Buzás Ottó: Az e-kommunikáció kulturája NetPress 2009.

Tyco Electronics: Katalógus 2010.

A(z) 0909–06 modul 018–as szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
33 523 03 1000 00 00	Távközlési műszerész
33 523 03 0100 31 01	Antenna szerelő
54 523 03 0010 54 01	Beszédátviteli rendszertechnikus
54 523 03 0010 54 02	Elektronikus hozzáférési és magánhálózati rendszertechnikus
54 523 03 0010 54 03	Elektronikus műsorközlő és tartalomátviteli rendszertechnikus
54 523 03 0010 54 04	Gerinchálózati rendszertechnikus
54 523 03 0100 31 01	Távközlési üzemeltető

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

14 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató