

A MATÁV SDH TRANSPORT HÁLÓZATA

SIPOS ATTILA és PAKSY GÉZA

MATÁV RT, PKI TÁVKÖZLÉSFEJLESZTÉSI INTÉZET
HÁLÓZATFEJLESZTÉSI ÁGAZAT
1456 BUDAPEST, PF. 2.

Többéves előkészítés után, 1996-ban megkezdődött a MATÁV országos lefedést biztosító SDH gerinchálózatának kiépítése. A cikk a korszerű elvekre épülő, szolgáltatásfüggetlen transzport-hálózati elvek és az SDH öngyógyító hálózatok alapelveinek tárgyalása után bemutatja a megvalósuló budapesti és az országos SDH hálózatot.

1. BEVEZETÉS

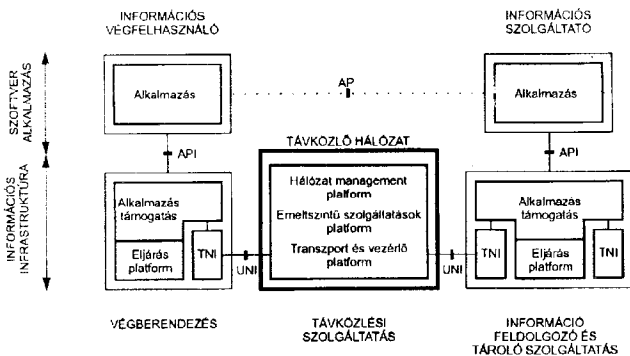
Hároméves előkészítés után, 1996-ban megkezdődik az SDH alapú transzport hálózat kiépítése a MATÁV gerinc és budapesti átkérő hálózatában. Ezzel a lépéssel megteremtjük az alapot céljaink eléréséhez: Budapest a térség távközlési csomópontjává válhat. Ez a fejlesztés egyben egy újabb mérőföldkő a magyarországi távközlési infrastruktúra megteremtésében.

Sok szó esik manapság az információs társadalomról, annak különböző nézőpontokból történő elemzése, vitatása szakmai fórumok gyakori témája.

Milyen fejlesztésekkel, mérnöki alkotásokkal járulhatunk hozzá ennek megvalósításához?

Milyen kapcsolatai vannak a távközlő hálózatoknak az információ előállítókkal, feldolgozókkal, felhasználókkal.

Ennek bemutatására, a kapcsolatok értelmezésére ad útmutatást az ETSI SRC 6 jelentésében szereplő modell [1].



1. ábra. A távközlő hálózatok kapcsolata az információ előállító, feldolgozó és felhasználó szektorral (ETSI SRC 6 jelentés alapján)
AP: alkalmazási portok; API: alkalmazási programozási interfész
UNI: felhasználó hálózat interfész; TNi: távközlő hálózat interfész

A modellben a távközlő hálózat három fő funkcióját emelték ki (1. ábra).

Transzport és vezérlő platform, amely az alapvető transzport képességeket, valamint az összekapcsoló vezérlést jelenti.

Emeltszintű szolgáltatások nyújtásának a platformja, amely magába foglalja a szolgáltatás megalkotásának a képességét, a szolgáltatás végrehajtás vezérlésének a képességét és magukat az emelt szintű szolgáltatásokat.

Hálózat-management platform, amely az irányítási és vezérlési képességet nyújtja a szolgáltatás, a hálózat és hálózati elemek szintjén.

Jelen cikkünkben a távközlő hálózat transzport funkcióinak leírásán keresztül ismertetjük a MATÁV megvalósítás alatt lévő SDH hálózatait.

2. TRANSPORT HÁLÓZATOK ARCHITEKTÚRÁJA

2.1. Réteghálózatok, partíciók

A távközlő hálózatok struktúrálását már a kezdeti analóg (FDM), majd a pleziokron digitális hálózatokban (PDH) is alkalmazták (pl. multiplex szintek), azonban ezek az elvek igazán csak az SDH hálózatokban váltak dominánssá. Ennek főként az az oka, hogy az SDH technikában valósították meg először az átviteli funkciók és a hálózat üzemeltetési rendszerének az integrálását. Az SDH-ban alkalmazott, a hasznos információval együtt átvitt többlet-információk (*overhead-ek*) lehetővé teszik, hogy hálózati rétegenként ellenőrizzük az átvitel minőségét, és a minőség fenntartása érdekében be is avatkozzunk rétegszinten védelmi, útvonal megváltoztatási parancsokkal úgy, hogy közben a hálózat többi rétege ettől függetlenül üzemel.

Az SDH hálózatok architektúráját az ITU-T G.803 [2] ajánlása határozza meg. Az SDH transzport hálózat alapelve az egymással összekapcsolható, azonos jellegű pontok halmazának „réteghálózatba” történő szervezése. Az azonos jelleget az ún. „karakterisztikus információ” adja meg. Ilyen réteghálózat lehet pl. a 64 kbit/s sebességű, a 2 Mbit/s sebességű hálózati pontok összessége. A réteghálózat minden hozzáférési pontja összekapcsolható egymással az adott réteghálózatra jellemző karakterisztikus információ átvitele érdekében. A réteghálózatok lényeges tulajdonsága — ellentétben az OSI rétegeivel —, hogy rekurzívan, minden réteghálózat tetszőleges számú alrétegre bontható, a rétegek és alrétegek kliens — szerver kapcsolatban állnak egymással. Egy szerver réteg több alréteget is kiszolgálhat. (Pl. egy VC-4 alréteg átviteli utat biztosíthat a VC-12 alréteg és VC-3 alréteg számára is.)

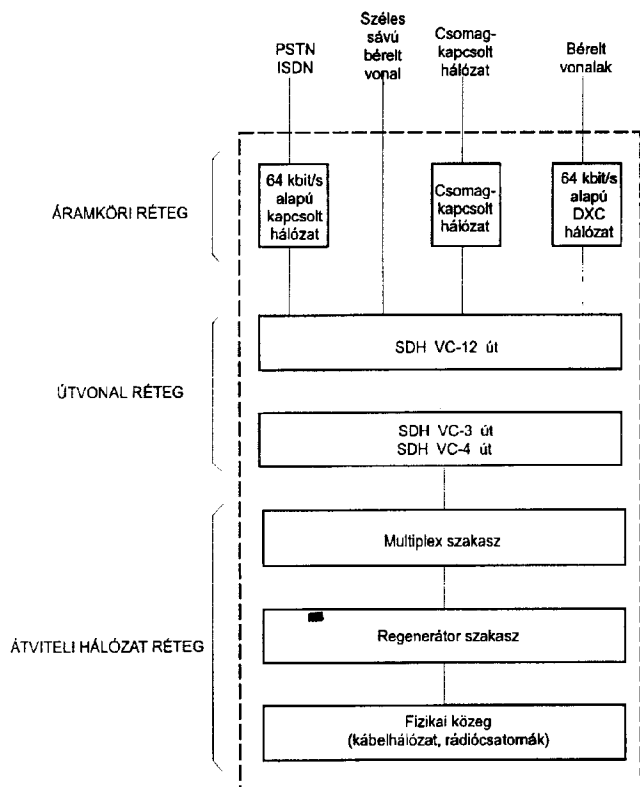
Az SDH hálózat rétegeit a 2. ábra szemlélteti.

A legfelső rétegben, az „áramkör (circuit)” rétegben helyezkednek el a távközlési szolgálatok, a kapcsolt távbeszélő (PSTN), a csomagkapcsolt adathálózat (PSPDN), és a menedzselt bérletvonalai hálózat.

Az „útvonal (path)” réteg a felette elhelyezkedő „áramkör” réteg kiszolgálója. Ebben a rétegben történik meg a multiplexálás és az útvonalak kialakítása. Az SDH multiplexálási sémának megfelelően az „alacsonyabb rendű (lower order)” útvonalak a VC-12 útvonalakat foglalják ma-

gukba, a „magasabb rendű (higher order)” útvonalak pedig a VC-3 és VC-4 utakat.

Az „átviteli hálózat (transmission media)” réteg foglalja magába mindazon eszközöket, berendezéseket és vezetékeket, melyek felelősek az információk átviteléért. A réteg átviteli közegfüggő, a „fizikai közeg” alréteg a hálózati csomópontokat összekötő optikai szál, rádiófrekvenciás csatorna, vagy rézkábel lehet. A „multiplex szakasz” alréteg a hálózati csomópontok közötti átvitelekért, a „regenerátor szakasz” alréteg pedig két regenerálási pont közötti átvitelért felelős.



2. ábra. SDH transzport hálózat rétegmellje

A transzport hálózatok másik jelentős fogalma, a hálózat particionálása. A rétegekbe szervezett transzport hálózat kiterjedése változó lehet (nemzetközi hálózat, nemzeti hálózat). A particionálás szempontjai:

- hálózati struktúrák egy rétegen belül;
- adminisztratív határok az üzemeltetők között;
- egy üzemeltetőkön belüli fenntartási határok;
- hálózati irányítási felelősségi határok.

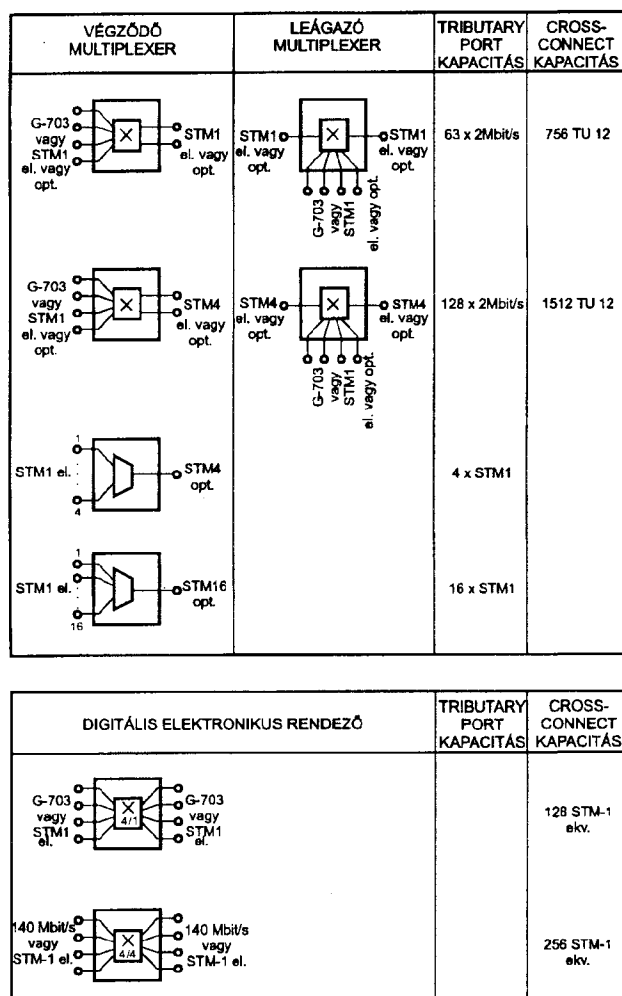
A particionálásnak fontos szerepe van a hálózat üzemeltetési szervezetének meghatározásában.

A hálózat részhálózatokra bontható, a részhálózatokat „linkek” kötik össze, és a részhálózatok lebonthatók hálózati elemekig (network element, NE).

3. SDH BERENDEZÉSEK ÉS HÁLÓZATOK

3.1. Az alkalmazott berendezések főbb funkciói

A következőkben röviden összefoglaljuk a MATÁV hálózatán alkalmazott SDH berendezések alaptípusait, kiemelve a hálózatokban elfoglalt szerepüket. Az SDH technika általános ismertetése a [3]-ban található. A típusválasztékot a 3. ábra mutatja.



3. ábra. SDH berendezések típusválasztéka

Végződő multiplexerek

A CCITT G.707, 708, 709 ajánlásában megadott multiplexálási séma szerinti keretkialakítást végrehajtó berendezések. Moduláris kiképzésük következtében alkalmasak változó mennyiségű 2, 34 és 140 Mbit/s sebességű nyalábok összefogására STM-1 szinten.

Az STM-4 és STM-16 szintű szinkron multiplexerek 4, illetve 16 STM-1 nyaláb összefogására alkalmasak.

Leágazó (add-drop) multiplexerek

Az ADM-1 leágazó multiplexerek 2, 34, 140 Mbit/s-os nyalábok tetszőleges leágasztását teszik lehetővé.

Az ADM-4, illetve ADM-16 különféle megoldásokban VC-12, VC-3, VC-4 virtuális konténerek teljes átrendezése és leágasztására alkalmas.

Az ADM berendezések az SDH gyűrűstruktúrák kulcselemei.

Vonali rendszerek

A 155, 620, illetve 2,4 Gbit/s sebességű optikai rendszerek a G.652 ajánlásnak megfelelő optikai szálon kétirányú átvitelt biztosítanak.

Az STM-4, illetve STM-16 szintű optikai végződések jelenleg leginkább STM-4, illetve STM-16 szinkron multiplexerekkel közösen kiépített SDH pont-pont közötti össze-

köttetést létrehozó, vonali védőkapcsolókkal ellátott önálló vonali rendszerekként valósíthatják meg.

Az optikai portok képesek ADM, illetve DXC berendezések részeként is üzemelni.

Multiplexeket nem tartalmazó SDH regenerátorok a vonali rendszerek részét képezik.

Digitális elektronikus rendezők

Az SDH berendezés-választék egyik legkarakterisztikusabb eleme a digitális elektronikus rendező (továbbiakban DXC). A DXC 4/1 a 2 és 34 Mbit/s-os PDH nyalábokat VC-12, illetve VC-3 szinten képes rendezni. Alapvető feladata az azonos irányba menő, azonos célú forgalmak összegyűjtése és irányítása (grooming), valamint a gyengén kitöltött, azonos rendeltetésű nyalábok tömörítése (consolidation). A DXC 4/4 feladata a 140 Mbit/s-os PDH nyalábok, illetve a VC-4 virtuális konténerek irányítása.

3.2. Öngyógyító SDH hálózatok

A távközlő hálózatokban fellépő különféle hibaesemények (hardware vagy software hibák, emberi mulasztások) a hálózaton üzemelő szolgálatok szolgáltatásainak kiesését eredményezik. Az SDH technika létrehozott egy sor olyan szabványosított mechanizmust, mely védelmet biztosít a hálózat elemeinek meghibásodásával szemben. A gyorsan működő védelmi mechanizmusok (protection) mellett az SDH hálózat flexibilitása lehetővé teszi hálózati meghibásodások esetén, a hálózat pillanatnyi tartalékkapacitásainak felhasználását, a meghibásodott út automatikus pótlását egy új útvonallal (restoration). A hálózaton üzemelő szolgálatok rendelkezésreállási követelményei határozzák meg az adott útvonalakra alkalmazandó védelmek szintjét és reakcióidejét.

Az SDH hálózatokban alkalmazott öngyógyító mechanizmusok lehetővé teszik, hogy az egyes hálózatrészekben fellépő hibákra (pl. egy él megszakadása, vagy egy csomópont kiesése) a hálózat védett legyen, vagyis a hálózat önmagát olyan állapotba állítja át, hogy a hálózati szolgáltatások rendelkezésre állása továbbra is folyamatos marad. Ezek a mechanizmusok az egyes hálózati csomópontokba, illetve a hálózatvezérlő rendszerbe vannak beépítve [4].

Az SDH ajánlások az alábbi védelmeket definiálják:

- **Multiplexer szakasz védelem (MSP)**, mely az előbbiekben leírt multiplex szakasz réteg szintjén működik. Ezt a mechanizmust az automatikus védelmi kapcsolást (APS) megvalósító protokollok vezérlik. Az MSP védelmet alkalmaznak az öngyógyító gyűrűk is.
- **Részhálózati védelem (SNC)** esetén útvonal védelem kerül megvalósításra. Az útvonal védelemhez nem szükséges APS protokoll, megvalósítása lényegesen egyszerűbb.
- **1+1 védelem** — mely szintén az útvonal rétegen kerül végrehajtásra — a vételi oldalon dönti el az üzemi útvonal kiválasztását.

Az öngyógyító hálózatok speciális hálózati topológiákat igényelnek, ilyenek:

- az öngyógyító gyűrűk és
- a szövevényes DXC hálózatok.

Mindkét hálózati megoldásnak vannak előnyei és hátrányai, alkalmazásuk függ:

- az átviteli igények struktúrájától,
- a rendelkezésre álló kábelhálózat topológiájától,
- a védelmi átkapcsolás megengedhető maximális időtartamától.

3.2.1. Öngyógyító SDH gyűrűk

Az öngyógyító SDH gyűrűk alkalmazását az SDH add-drop típusú multiplexereinek (ADM) kifejlesztése tette lehetővé, illetve az ADM-eket azért és oly módon fejlesztették ki, hogy azok a gyűrűstruktúrákat támogatni tudják.

Az SDH gyűrűk működésének és méretezésének széles irodalma létezik, ezeket e helyen nem tárgyaljuk, csupán összefoglalásként bemutatjuk azokat a gyűrűtípusokat, amelyeket az SDH technikában ma alkalmazunk.

Az öngyógyító SDH gyűrűk fajtái:

a) Egyirányú öngyógyító gyűrű

Angol elnevezéséből (Unidirectional Self-healing Ring) a következőkben USHR elnevezést használjuk.

Az átvitel a gyűrűben egyirányban, pl. az óramutató járásával azonos irányban történik. A gyűrű másik iránya a védelemre szolgál. A szükséges gyűrűkapacitást az egyes csomópontokban fellépő átviteli igények összege adja.

b) Kétirányú gyűrű

(Bidirectional Self-healing Ring: BSHR), két ellentétes irányt a két átviteli irányra használja, és mindkét irányban az átviteli kapacitás egy részét (a szabványokban előírtan pontosan a felét) védelmi célokra kell felhasználni.

A kétirányú gyűrű felhasználhat 2 vagy 4 optikai átviteli szálat, ennek megfelelően BSHR/2 vagy BSHR/4 a jelölése.

Mindkét gyűrűtípusra jellemző, hogy az öngyógyító hálózatátrendeződés igen gyorsan, 50 ms-nál rövidebb idő alatt végbemegy.

3.2.2. Öngyógyító DXC hálózatok

A 4/1 és 4/4 típusú DXC-kből kiépített szövevényes hálózat öngyógyító, ha automatikusan átrendezi a felépített útvonalakat él- vagy csomóponthiba esetén oly módon, hogy az eredeti összeköttetések üzemképesen fennmaradjanak.

Az átrendezés az alábbi logikai lépésekben történik:

1. a hiba detektálása;
2. a hiba átjelzése a többi csomópontnak;
3. az alternatív utak megkeresése, mely lehetséges előre beprogramozott táblázatokból, vagy dinamikus útkereséssel;
4. az átkapcsolások végrehajtása;
5. visszatérés normál állapotba, a hiba elhárítása után.

A fenti logikai lépések végrehajtása kétféle módon mehet végbe:

- a) központi hálózatvezérléssel;
- b) elosztott hálózatvezérléssel.

Mindkét esetben az új konfiguráció létrehozása vagy statikus (előre beprogramozott), vagy dinamikus útkeresés lehet.

Az öngyógyító DXC hálózatra jellemző, hogy a védelmi folyamat lassú (néhányszor 10 másodperc).

A szövevényes DXC hálózatok tervezésének fő célja, hogy megkeresse azt az egyes élekre allokalált minimális

tartalékkapacitást, ami esetén még minden igénypárra bármely él, vagy csomópont kiesés esetén is 100 %-os túlélés biztosítható. A különféle algoritmusokkal kapott eredmények összevetéséből kitűnik, hogy optimális esetben 30 % tartalékkapacitás megvalósítása szükséges egy bonyolultabb szövevény teljes túlélési képességének megvalósításához. A minimális élkapacitásra való törekvésnek azonban ellentmond az alkalmazandó DXC-k méretproblémája (kapcsolókapacitás és portszám). A portszám igény főként a nagykapacitású (STM-4, STM-16) portok alkalmazásával csökkenthető.

3.2.3. Hierarchikus SDH hálózatok

A nagyobb kiterjedésű, sok csomópontot tartalmazó hálózatok egyszerűbb, áttekinthetőbb kialakítása érdekében célszerű a hálózatot szintekre bontani. Az egymásra épülő hálózatok hierarchikus kapcsolatban vannak egymással [5].

Alsóbb szintről magasabb szint felé hubokon keresztül lehet feljutni.

Hierarchikus szövevény-gyűrű hálózatok

A szövevény-gyűrű vegyes felépítés esetén a felsőbb szinteken nagykapacitású átviteli rendszerekkel összekötött DXC-k helyezkednek el. Alsóbb szinteken egyszerűbb, gyorsabb védelemmel rendelkező gyűrűk. Előnye, hogy a költséges, nagy DXC berendezések csak a felsőbb szinteken, korlátozott mennyiségben szükségesek.

Hierarchikus gyűrűk

Tisztán gyűrűstruktúrákat alkalmazó hálózatokat főként SONET környezetben valósítottak meg. A hierarchia egyes szintjein elhelyezkedő gyűrűk egymás közötti tranzitforgalmát a magasabb szinten elhelyezkedő gyűrűk hubpontokon keresztül bonyolítják le.

A hierarchikus gyűrűhálózat egyik fő előnye, hogy az egyes gyűrűk védelmei önállóan működnek, nem igényelnek a teljes hálózatra kiterjedő vezérlést.

Hierarchikus gyűrűhálózatok tervezésének fő problémája a hálózati csomópontok optimális összerendezése, gyűrűnkénti halmazokba rendezése.

Jelenleg csak heurisztikus algoritmusok ismeretesek ilyen problémák optimális megoldására. Nagyobb mint 2 szintű hierarchikus gyűrűhálózat optimalizálásának számításiigénye erősen megnövekszik.

Az optimalizálás a költség/igény hányadosra történik.

Hierarchikus gyűrűhálózatok megvalósításának másik problémája az, hogy jelenleg a nagysebességű ADM-ek (ADM-16) még fejlesztés alatt állnak, ezért azok gyakorlati alkalmazására még nem kerülhetett sor.

4. MATÁV SDH HÁLÓZATOK

Az előzőekben ismertetett hálózattervezési elvekre építve a PKI-FI megtervezte az országos lefedettséget biztosító SDH hálózatot. A több mint 70 csomópontot tartalmazó hálózat tervezéséhez jó alapot adtak azok a számítógépes hálózattervezési eredmények, melyek a PKI-FI Hálózatfejlesztési Ágazata és a BME Híradástechnika Tanszéke közös munkája eredményeként alakultak ki [7], [8].

4.1. Gerinchálózat

A MATÁV optikai gerinchálózatának elsőrendű feladata, hogy a közcélú távbeszélő hálózat primer és szekunder pontjai számára megfelelő összekötő átviteli utakat hozzon létre. A gerinchálózaton értjük azokat az optikai és mikrohullámú összeköttetéseket, melyek ezeket a központi helyeket kötik össze. A transzport hálózati elvből következőleg azonban ennek a hálózatnak nemcsak a távbeszélő forgalom támogatására kell alkalmasnak lenni, hanem bármilyen digitális formában rendelkezésre álló információ átvitelére is.

4.1.1. A gerinchálózat feladata

Az SDH gerinchálózat kialakításakor az alábbi felhasználási célú igények kiszolgálását vettük figyelembe (az igények jellemzően 2 Mbit/s sebességűek, kivéve a 34, illetve a 140 Mbit/s-os szélessávú igényeket):

Igénytípusok:

- Kapcsolt távbeszélő áramkörü igények. A hálózat az 1996 és 1998 között keletkező kapcsolt távbeszélő forgalomműködést (az ISDN-t is beleértve) lesz képes kiszolgálni.
- Mobil szolgáltatók béreltvonali igényei.
- A GSM rendszerű rádiótelefon hálózat PSTN alaphálózathoz való csatlakoztatásából fakadó igények.
- A menedzselt bérelt vonali hálózat átviteli rétegét az SDH hálózat alkotja.
- Szélessávú adatátviteli szolgáltatások várható igényei.
- Az audio és video műsorcsere döntően Budapest – megyeszékhely viszonylatok között.
- Nemzetközi áramkörü igények. A szomszédos országokból érkező tranzit és Magyarországon végződő igények.

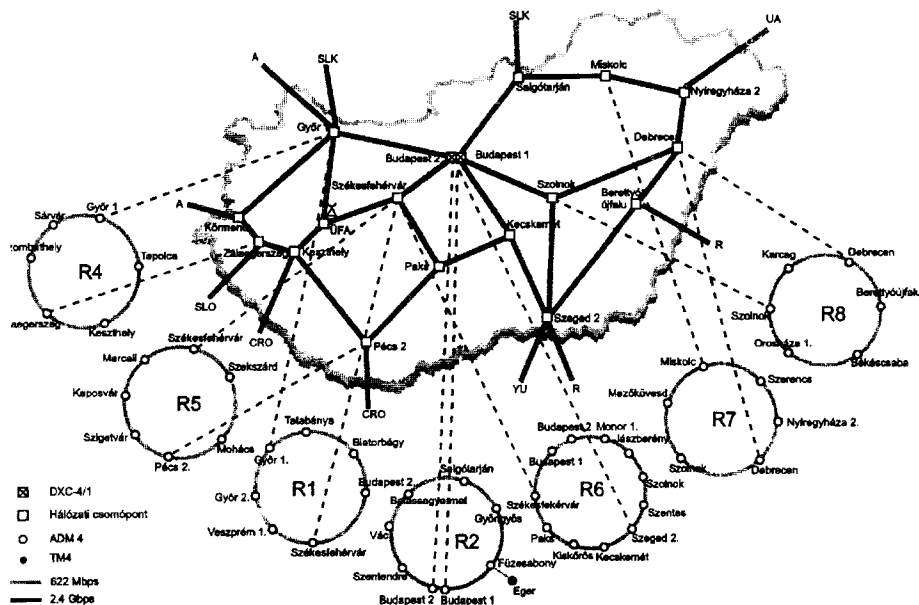
4.1.2. Fizikai közeg réteg

Az SDH hálózat fizikai közeg rétegét, néhány szakasz kivételével, az 1993-ban lefektetett optikai kábelhálózat alkotja, mely mintegy 2500 km hosszúságú, átlagosan 30 szál, monomódusú optikai kábelekből áll.

4.1.3. Útvonali réteg

Az útvonali réteget képező hálózat struktúrája a 4. ábrán látható. A kétsíkú hálózat felső szintjét a szekunder központokat tartalmazó átviteli pontok, a közöttük kialakított STM-16 sebességű vonali rendszerekből álló szövevényes hálózat és a budapesti DXC 4/1 berendezések alkotják. A felső sík feladata a szekunder pontok közötti igényátvitelen kívül — az alsó hálózati sík alhálózatainak tranzitálása.

Az alsó síkon hét darab STM-4 sebességű gyűrű helyezkedik el, melyek — biztonsági okokból — két-két hubpontot csatlakoznak a felső szinthez (dual-homing).



4. ábra. SDH gerinchálózat

4.1.4. Alkalmazott SDH hálózati védelmek

Az SDH technika rugalmassága abban is megnyilvánul, hogy az átviteli igények típusonként, illetve egyenként is különböző védelmi mechanizmussal láthatók el, attól függően, hogy milyen az adott igény fontossága.

Ennek megfelelően, a fentebb felsorolt igények közül néhány 100 %-os védelemmel rendelkezik. Az alkalmazott hálózati védelem 1+1 típusú, a teljes hálózatra értelmezett végponttól végpontig tartó útvonal védelem, mely a VC-12, VC-3, illetve VC-4 útvonali rétegeken valósul meg.

E védelemre az jellemző, hogy az igény — a teljes hálózat bármely alhálózatán áthaladva — két él- és csomópont-független útvonalon halad a kezdő és végpont között, és a vételi oldalon a jobb minőségű jel kerül feldolgozásra.

Ilyen 1+1-es útvonal védelemmel a fentebb felsorolt igények közül a szélessávú átviteli, valamint a nemzetközi igényeket láttuk el.

A fennmaradó (döntően PSTN típusú) igények önállóan nem rendelkeznek védelemmel, csupán 50-50 %-os megosztásban a két független útvonalon való elvezetésük biztosított.

4.2. BH

4.2.1. A BÁH feladata

Az SDH Budapesti Átkérő Hálózat kialakításakor az alábbi felhasználási célú igények kiszolgáltatását vettük figyelembe:

Az igények jellemzően 2 Mbit/s sebességűek, kivéve a 34 Mbit/s-os szélessávú igényeket.

Igénytípusok:

- Kapcsolt távbeszélő áramkörüi igények. A hálózat az 1996 és 1998 között keletkező kapcsolt távbeszélő forgalomnövekedésre (az ISDN-t is beleértve) lett tervezve.
- A menedzselt bérelt vonali hálózat átviteli rétegét VC-12 szinten az SDH hálózat alkotja.
- Kiemelt ügyfelek átviteltechnikai igényei.

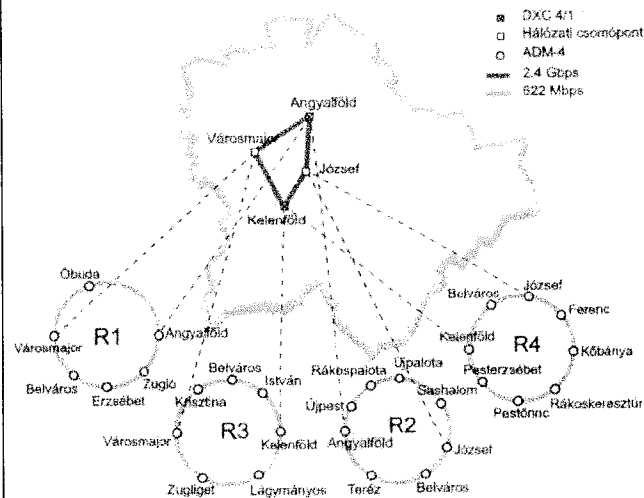
4.2.2. Átviteli közeg réteg

Az SDH hálózat átviteli közeg rétegét, egy kb. 200 km hosszúságú optikai kábelhálózat alkotja, mely 40 szálal, monomódusú optikai kábelekből áll.

4.2.3. Útvonali réteg

Az útvonali réteget képező hálózat struktúrája a 5. ábrán látható. A gerinchálózathoz hasonlóan, a BÁH is kétsíkú. A felső szintet négy kiemelt fontosságú átviteli pont, és a közöttük létesített STM-16 sebességű vonali rendszerek alkotják. A felső sík négy átviteli pontjából kettő DXC 4/1 berendezéseket tartalmaz, a többiben az alsó szint ADM-jeinek belső DXC-je végzi ezt a funkciót. A felső sík feladata az alsó hálózati sík alhálózatainak tranzitálása.

Az alsó síkon négy darab STM-4 sebességű gyűrű helyezkedik el, melyek — biztonsági okokból — két-két hub-ponton csatlakoznak a felső szinthez (dual-homing).



5. ábra. SDH budapesti átkérő hálózat

4.2.4. Alkalmazott SDH hálózati védelmek

Az SDH BÁH-ban alkalmazott hálózati védelem 1+1 típusú, a teljes hálózatra értelmezett végponttól végpontig tartó útvonal védelem, mely a VC-12 és VC-3 útvonali rétegeken valósul meg.

Ilyen 1+1-es útvonal védelemmel a fentebb felsorolt igények közül a kiemelt ügyfelek adatátviteli igényeit láttuk el.

A PSTN típusú igények önállóan nem rendelkeznek védelemmel, csupán 50-50 %-os megosztásban két független útvonalon való elvezetésük biztosított.

IRODALOM

- [1] Report of the Sixth Strategic Review Committee on European Information Infrastructure ETSI, 21 June, 1995.
- [2] ITU-TS: Rec. G.803: Architectures of Transport Networks Based on the Synchronous Digital Hierarchy (SDH).
- [3] Sexton-Reid: Transmission Networking: SONET and the Synchronous Digital Hierarchy, Artech House, 1992.
- [4] T. H. Wu: Fiber Network Survivability, Artech House, 1992.
- [5] Paksy G.: SDH hálózatok architektúrája. PKI Napok, 1994.

4.3. Együttműködés a PDH hálózattal

Az 1990-es évek kezdetétől kiépített PDH gerinchálózat és a BÁH továbbra is jelentős szerepet fog játszani a MATÁV átviteltechnikai hálózatában. A kiépített átviteltechnikai kapacitások mind minőségben, mind megbízhatóságban alkalmasak a digitális telefónia igényeinek kielégítésére. Az SDH hálózat főként az újonnan belépő szolgáltatások (pl. szélessávú béreltvonal, ATM, későbbiekben B-ISDN) hosszútávú igényeit lesz képes kielégíteni.

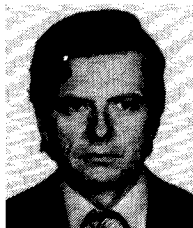
- [6] Sipos A. és Paksy G.: Nagykapacitású SDH gerinchálózat a jövő átviteli igényeinek kielégítésére. PKI Tudományos napok, 1993.
- [7] Jereb, Jakab, Telek, Sipos és Paksy: "PLANET: A Tool for Telecommunication Network Planning in Hungary". IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 12, No. 7, pp. 1261-1272, 1994.
- [8] Jereb, Jakab, Sipos, Paksy: "PLANET: Transmission Planning in Hungary", in Proc. Networks'94, Budapest, pp. 57-63.

SDH TRANSPORT NETWORK OF THE HUNGARIAN TELECOMMUNICATIONS CO. (MATÁV)

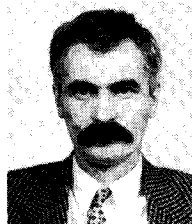
A. SIPOS and G. PAKSY

HUNGARIAN TELECOMMUNICATIONS COMPANY LTD.
PKI TELECOMMUNICATIONS DEVELOPMENT INSTITUTE
H-1456 BUDAPEST, P.O. BOX 2, HUNGARY

After 3 years preparation work the installation of the MATÁV's nationwide SDH overlay network has started. Having described the basics of the state of the art service independent transport network theory and the elements of the SDH self-healing networks the paper introduces the realization of the Budapest's and nationwide SDH Networks.



Paksy Géza 1966-ban szerzett villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. 1966-tól 1981-ig a Távközlési Kutató Intézetben vezetékes digitális átviteli rendszerek, többek között az első magyar PCM rendszer fejlesztésével és digitális átviteli módszerek kutatásaival foglalkozott, majd 1992-ig a Telefongyárban nagysebességű optikai átviteli rendszerek fejlesztését irányította. Ezekben a témákban több publikációja jelent meg, és társszerzőként közreműködött PCM tárgyú szakkönyvek megírásában. Jelenleg a MATÁV alkalmazottja, PKI-FI Hálózatfejlesztési Ágazatán az átviteli Hálózatfejlesztési Osztály vezetője. Fő tevékenységi területe az országos kiterjedésű fénykábeles hálózatok rendszertechnikai terveinek kidolgozása.



Sipos Attila 1976-ban végzett a BME Híradástechnikai Szak, Adat és Távközlési ágazatán. 1976-tól dolgozik a MATÁV-nál és jogelődjeinél. Szakterülete a távközlő hálózat tervezés. Részt vett a MATÁV hálózatának korszerűsítési és digitalizálási programjaiban. Jelenleg a PKI Távközlés-fejlesztési Intézet Hálózatfejlesztési ágazatának vezetője. A HTE tagja.