

# A távközlés tudományos helyzetképe '88

MTA TÁVKÖZLÉSI RENDSZEREK BIZOTTSÁGA

## ÖSSZEFOGLALÁS

A folyóirat különszáma a távközlés 1988-ban élenjáró nemzetközi eredményeiről, a perspektivikus fejlesztési irányokról és a távközlés kutatásának legfontosabb hazai teendőiről ad áttekintést. A helyzetkép fő fejezetei: alaptudományok (Információelmélet, jelfeldolgozás, forgalomelmélet, áramkör elmélet, hardver és szoftver technológia), műsor- és adatszórás, átviteltechnika (tém és fényvezetős, mikrohullámú és műholdas átvitel), kapcsolástechnika, mobil távközlés, távbeszélő hálózatok digitalizálása, telematika és adatátvitel, integrált szolgáltatású digitális hálózatok. A helyzetkép a diverzifikálódó szolgáltatások intelligens, digitális hálózatokon való integrált megvalósításának nemzetközi trendjét tükrözi.

## 1. Távközlési szolgáltatások fejlődési irányai

A kommunikáció előtérbe kerülése, legkülönbözőbb formáinak konvergenciája, elektronizálódása, új szolgáltatások születése világjelenség. Ehhez az elmúlt évtizedek technológiai fejlődése megeremtetette az alapot, sőt a távközlési technológia fejlettsége egészen különleges új távközlési szolgáltatásokat tesz műszakilag megvalósíthatóvá. A technológia azonban csak azt határozza meg, hogy mi az, ami lehetséges, mi az ami elérhető. Ezzel azonban nem szükségszerűen esik egybe, ami szükséges, amit igényelnek és ami a meglévő hálózatba gazdaságosan bevezethető. Az elektronizálódás tényleges ütemét a fejlett távközlős országokban a fizetőképes előfizetői igényekből levezethető fő hajtóerők határozzák meg. Ezek az alábbiakban összegezhetők:

- a növekvő mennyiségű és féleségű információ hasznosításának fokozása,
- az információ-átvitel és -feldolgozás költségének csökkentése,
- a különféle kommunikációs módok, szolgáltatások, terminálok egységesítése, együttes működtetésének igénye,
- a szolgáltatások elérhetőségi korlátainak feloldása, nemzetközi és mobil szolgáltatássá szélesítése,
- szabadidő növelését célzó és eltöltéséből fakadó lakossági igények.

Az integrált szolgáltatású digitális hálózatok (ISDN) koncepciója alkalmas a hajtóerőkből származó követelmények kielégítésére, az új szolgáltatások gyors, könnyű megvalósítására. A fenti hajtóerők a hálózat digitalizálását, fokozott jelzési és vezérlési kapacitást, nagyobb sávszélességet igényelnek, amelyek az ISDN alapvető sajátosságai közé tartoznak. A technológia várhatóan nem korlátozza, hogy mely távközlési szolgáltatások fognak szöles körben elterjedni a következő tíz évben. Meghatározó tényezőként inkább az előfizetők preferenciája, a szolgáltatás használhatósága és ráfordításainak a viszonya, bevezetésének stratégiája, valamint távközlési törvények, előírások és szabványok fognak szere-

pet játszani. E tényezőket is számításba véve, az ISDN távlati célkitűzéseit elfogadva, a következő 10...15 évre az alábbi fő irányzatok fogalmazhatók meg a távközlési szolgáltatások fejlődésében [1-6]:

1. A hálózatok intenzív digitalizálása, ami lehetővé teszi a különböző információfajták közös folyamban való megbízható, gazdaságos átvitelét, valamint intelligens forgalomirányítási és vezérlési eljárások, különleges prioritások, stb. alkalmazását, ezzel egy flexibilis, a forgalmi és technológiai előrejelzések bizonytalanságaira nézve robusztus hálózat kialakíthatóságát.

2. A nagyobb sávszélesség igényű alkalmazások előretörése a nagy sávszélességű átvitel (fénytávközlés) és a számítógépek (memóriák) gyors árcsökkenése, illetve az adatkompresziós technikák fejlődése révén.

3. A beszéd, adat, szöveg és képi szolgáltatások kombinációjának univerzális és gazdaságos megvalósítása, elsősorban azért, hogy ezzel támogatást kapjon az információ termelési tényezőként játszott szerepe. Jelentőssé válnak az újszerű ember-gép kapcsolatokkal és mesterséges intelligenciával (pl. alakzatfellelmerés, mesterséges beszédfunkciók) összefüggő szolgáltatások.

4. Az előfizetők mind több közvetlen vezérlési lehetőséghez jutnak a távközlési erőforrások fellett (hívásátirányítás, az egyéni 64 kbit/s sebességű csatorna változtatható felhasználása, stb.), ezzel több bevételhez juttatva a szolgáltatókat is.

5. Az információ-feldolgozó teljesítmény növekedni fog mind az előfizetői terminálokban, mind a hálózatban. A központok az alapvető kapcsolási funkció mellett hálózati erőforrás gazdálkodást, protokoll- és kódkonverziót, valamint egyéb feladatokat is végeznek. Az előfizetői terminálok mind nagyobb mennyiségű, központi adatbázisokból lehívott adat helyi feldolgozására lesznek képesek.

6. Mind több nagyvállalat létesít és működtet külön saját hálózatot az új szolgáltatások gyorsabb, szabályozásuktól kevésbé korlátozott bevezethetősége, a nyilvános hálózat tarifapolitikai anomáliáinak elkerülhetősége miatt. E nehézségek oldásával és a fajlagos számítástechnikai költségek további csökkenésével e tendenciát várhatóan a 90-es évek közepén a nyilvános hálózaton belül szoftver úton definiált külön hálózatok létesítése váltja fel.

7. A szolgáltatások fokozódó gyorsasággal válnak országosan elérhetővé és nemzetközivé, amelyet az átviteli költségek távolságfüggésének radikális csökkenése ösztönöz (fénytávközlés, mikrohullámú átvitel, műholdas távközlés). Ennek megfelelően enyhül a tarifák távolságfüggése is.

8. A szolgáltatások mobilizálódása, a jelenlegi és az újabb szolgáltatások mobil formában való



ságot, illetve helyzetfelfismerési készséget kell szabályrendszerekkel helyettesíteni.

### Hibakorlátozás

Az információelmélet matematikai alapon nyugvó belső fejlődése a kezdetektől folyamatosan szolgáltat jól használható eredményeket az adatátvitel számára, különösképpen a hibakorlátozással járó kódolási eljárások körében. A hibakorlátozó kódolás széleskörű alkalmazásában a 80-as években minőségileg új helyzet áll elő [4]. Lehetővé vált negyesebességgű (több 10 Mbit/s) digitális csatornák hibavédelme korszerű dekódolási algoritmusokon és technológián alapuló Reed-Solomon dekóderekkel, amelyek a szatellit kommunikációban jelentős költségcsökkentő tényezővé léptek elő. A moduláció és a kódolás együttes alkalmazásával (fastruktúrájú kódok) [5] sávzélesség csökkenést lehet elérni, ami növeli a csatorna kihasználtságot. Az elméleti vizsgálatok nagy része a Reed-Solomon-kódokkal generált kódok hatékonyságával, gyors dekódolásával, valamint a Reed-Solomon kódok minél nagyobb sebességű VLSI-változatainak kidolgozásával kapcsolatos [6], mivel számos vizsgálat arra utal, hogy a Reed-Solomon kódolás az előforduló csatornákon a hibavédelem univerzális alapeleme lesz. A Reed-Solomon kódolást byte értékű egységeken alkalmazva alakult ki a digitális hangrögzítés szabványja is.

### Adatvédelem

Az adatvédelem manapság a fejlődő távközlés egyik kulcskérdése. Nyilvánvaló, hogy a legkülönbözőbb adatbankok, adatbázisok feltöltési és lekérdezési folyamatait, pénzügyi tranzakciókat nemcsak a véletlen, hanem a szándékos beavatkozástól, lehallgatástól is meg kell védeni. A mobil rendszerek széleskörű elterjedésével a probléma a beszédkommunikáció területén is élessé vált. Az információelmélet alapján a kifejlesztett adatvédelmi eljárások nagy hatékonyságot értek el. A "konvencionális" titkosításnál ugyanaz a titkos kulcs védett módon (pl. EPROM-ba égetve, küldőnc útján) jut el a két adatállomáshoz. A kulcson mindig a rejtést és fejtést végrehajtó algoritmus-pár értendő. (A két algoritmus bizonyos értelemben egymás inverze, de általában a fejtési algoritmus sokkal bonyolultabb a rejtősinél.) A konvencionális titkosításnál újabban kulcs-hierarchiát használnak, ahol csak a mesterkulcs kerül elvédtetve a csatornákhoz, amely időről időre minden állomáson egyszerre új aktuális kulcsot generál.

A "nyilvános kulcsú" titkosításnál minden állomásnak van egy saját kulcsa. Kommunikációnál az "A" állomás nyilvánosan tudatja "B" állomással a saját rejtő algoritmusát. "B" állomás ezt használva küld adatokat "A"-nak, melyeket "A" a saját fej-

tő algoritmusával értelmezi. B-ből A-ba irányuló kommunikációnál ugyanez, szerepcserével játszódik le. A védelmet az jelenti, hogy kellően komplex rejtő algoritmus esetén, még annak ismeretében is reménytelenül bonyolult a fejtő algoritmus megkonstruálása.

Széles körben kutatják a nyílt kulcsú titkosító rendszereket, amelyek nagyon ígéretesek sokfelhasználójú rendszerek adatvédelmében. A jelenleg legjobbnak tartott (az USA-ban szabványnak tekinthető) RSA eljárás számításgénye azonban igen nagy, így ún. *hibrid titkosító* eszközökben a konvencionális rejtjelző kulcs cseréjére alkalmas. Világszerte nagy erőfeszítések folynak hibrid titkosítók előállítására. Egy-egy rejtjelző algoritmus megfejtéséhez szükséges számítási komplexitás képezi a védelem mértékét. A vizsgálatok igen nehezek, a kezdeti eredményeknél tartanak. Igen nagy reményeket fűznek a randomizált rejtjelzőkhöz. Az utóbbi két évben indultak el bizonyos szabványosítási törekvések [7].

### Többfelhasználós és többszörös hozzáférésű csatornák

Ilyen rendszerek analízise és szintézise területén jelentős új eredmények születtek [8]. Még elméleti szinten tart a kevés felhasználós, általános csatornán működő olyan hírközlés vizsgálata, ahol az egyes felhasználókat nem a tér, idő vagy frekvencia, hanem valami egyéb — pl. kódosztás — különíti el. Speciális csatornán a kódosztású technikával sokfelhasználós hírközlést jó eredménnyel valósítanak meg.

Döntő fejlődés következett be a véletlen hozzáférésű (ütközéses és visszacsatolásos, ill. vívőörzékeléses és ütközéscsökkentő) eljárások elméletében és gyakorlatában mind vezeték, mind vezeték nélküli környezetben [9]. E területeken erős hazai iskola jött létre [10].

### Hazai kutatási feladatok

Az alaptudományokkal kapcsolatban az elsőrendű hazai teendő a nemzetközi szinten lejátszódó fejlődés minél szélesebb körű és ugyanakkor érdemi figyelemmel kísérése. Csak így biztosítható, hogy a műszaki fejlődés arculat-meghatározóivá váló témákat időben felismerjük. A figyelemmel kísérés nem lehet minden szakterületen azonos mélységű. A súlypontokat azon külföldi műszaki tudományos centrumok tevékenységére célszerű helyezni, amelyek hagyományos forrásai a távközlési innovációnak (pl. az amerikai ATT-Bell Laboratórium és M.T.T., a Britisch Telecom Kutató Központja, az NSZK Postal Kutatóintézet, a szovjet IPPI, a Japán NEC). Ápolni kell azokat az alaptudományokhoz tartozó témákat amelyek külföldön is elismert gyökerekkel rendelkeznek. Az információelmélet területén ilyen a matematikai megalapozás és a Reed-Solomon kódok témája. A kőszü-

lő informatikai törvény aktuálissá teszi az adattitkosítás további elmélyült kutatását. A többszörös hozzáférésű csatornákkal kapcsolatos hazai kutatásokat mind az elmélet, mind az egyre szaporodó alkalmazások irányában célszerű továbbfolytatni.

## IRODALOMA 2.1. FEJEZETHEZ

- [1] Csaba, L.: Az ISO OSI referencia modell. *Információelektronika*, 1983/3, pp. 128-133.
- [2] Jenkins, P.A., Knightson, K.G.: *Open Systems Interconnection - An Introductory guide*, British Telecommunications Engineering, Vol. 3. July, 1984. pp. 86-91.
- [3] Huszty, G., Rajkai, GY.: Az Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózatok leírás módszerrel I. rész, *Híradástechnika*, Vol. XXVIII., 1987. No. 12. pp. 529-538.
- [4] Berlekamp, E.R., Pelle, R.E., Pope, S.P.: The application of error control to communications, *IEEE Trans. on Comm.* April, 1987.
- [5] Ungerboeck, G.: Trellis-coded modulation with redundancy sets - an overview, *IEEE Com. Magazine*, Vol. 25., No. 2. Febr. 1987.
- [6] Shao, H.M.: et. al: A VLSI design of a pipeline Reed-Solomon Decoder, *IEEE Trans. on Comp.* Vol. C-34, No. 5., 1985. pp. 393-403.
- [7] CCITT Draft Recommendation: The Directory-Authentication Framework (Geneva, Oct. 1986).
- [8] Kurose, J.F., Schwartz, M., Jemini, X.: Multiple access protocols and time constrained communications. *ACM Computing Surveys*, Vol 16. No. 1. March, 1984.
- [9] *IEEE Trans. on Information Theory*, Spec. Issue on Random Access, March, 1985.
- [10] Dallos, GY., Szabó, Cs.: *Hírközlő csatornák véletlen hozzáféréssel*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1984.

## 2.2. Jelfeldolgozás

Ebben az alfejezetben a jelfeldolgozást mint a feldolgozandó jelet, a feldolgozó eszközt és a feldolgozás eredményét a feldolgozás célja szempontjából együttesen kezelő disciplinát tekintjük.

Az elektronikus eszközökkel történő jelfeldolgozás fejlődésének súlypontja a hetvenes években a digitális eljárásokra terelődött, és ez a tendencia azóta is tart [1]. Tovább folytatódik az egy és több dimenziós digitális szűrők analízis- és szintézismódszereinek fejlődése, különös tekintettel a kis érzékenységre, az iteratív megvalósításra, a kis kerekítési zajra és a szorzó nélküli megvalósításra.

### *Spektrális analízis, adaptív algoritmusok*

A spektrális analízist igénylő jelfeldolgozási eljárásoknál gyakran van szükség sávszűrő-sorra (filter bank). Az időbeli átlapolódási hibától mentes megvalósítást adó QMF (Quadrature Mirror Image Filter) szűrősor strukturális korlátait (pl. a sáv 2 hatványai szerinti felosztása) sikerült jelentősen oldani [2], esetenként az átlapolódás jelentéktelen mértékű növekedése árán.

A hagyományos digitális transzformációkra (DFT és rokon eljárásai) jó rendszerezésnek és további gyorsítások (pl. a Chirp-z-transzformáció = CZT néhány újabb alkalmazása) születtek. Az idő-

és frekvencia-tartománybeli együttes viselkedést leíró Wiegner-eloszlások kiszámítási és kiértékelési technikájával egyre több közlemény foglalkozik. A spektriális becslés technikája mindezek után sem tekinthető lezártnak, eredményes vizsgálatok folynak a spektriális keresztentrópia, ill. a maximális entrópia alkalmazására.

Mind az elmélet, mind a gyakorlati alkalmazások vonatkozásában látványos fejlődés következett be az adaptív szűrők és adaptív algoritmusok területén [1,3]. A legkisebb négyzetes átlaghiba, mint minimalizálandó célfüggvény már nem egyeduralkodó, egyes esetekben a legkisebb négyzetes hiba minimalizálása is megoldható, mégpedig elég gyorsan (Fast Least Squares = FLS, [4]). Az adaptív rendszerek másodlagos problémái közül az érzékenység-kérdéskör kezd az érdeklődés előterébe kerülni.

Az információelmélet és jelfeldolgozás határterülete a blokk- és vektor- kvantálás (pl. analóg jelenség kvantálása minták helyett minta-csoportként), melynek eredményeit most kezd a gyakorlat hasznosítani.

### *Vezetékes és rádiós átvitel*

A jelfeldolgozás egyik legjelentősebb alkalmazása az echo- elnyomás. Hongos-telefon rendszerek és konferencia-terem összeköttetések a digitális adaptív echoelnyomáson alapuló eljárásokkal már teljes biztonsággal tervezhetők a begerjedés veszélye nélkül. A hagyományos előfizetői érpáron való kétirányú digitális jeltovábbítás echo-elnyomáson alapuló változata szintén kialakult és integrált-áramkörti formában realizálódott.

Adaptív tömb (array) vevőket használnak az antenna-tömb iránykarakterisztikájának automatikus változtatásához [5].

A szórtspektrumú hírközlő rendszerek elvéből fakadó, igen sok zavarfajttal szembeni ellenállóképesség tovább fokozható a vevőben alkalmazott különféle jelfeldolgozási eljárásokkal [6].

### *Beszéd- és képfeldolgozás*

A jelfeldolgozás egyik legterjedtebb alkalmazása és egyben új tudományos eredményeket hozó területe a gépi beszédfeldolgozás. A részterületek közül a beszéd-tömörítés ("beszédkódolás") különböző megoldásokat kínál a jó minőség 32...16 kbit/s-os, és a tűrhető minőség 8...2 kbit/s-os átviteléhez, valamint — hangpostaláda (voicemail) esetén — rögzítéséhez/visszaadásához. A CCITT azonban — elsősorban a többszörös átalakítások és a nem-beszéd típusú információk átvitelénél fellépő hatások még nem teljes körű tisztázottsága miatt — 3,1 kHz sáv szélességű beszédre csak 32 kbit/s-os ADPCM-et, 7 kHz-es kommentátori hangra pedig 64 kbit/s-os SB (sub-band)-ADPCM-et ajánl, ill. tervez ajánlani. A mobil hírközlésben valószínűleg a RPE-LPC (Regular Pulse Excitation -

Linear Predictive Coding) fog elterjedni 10 kbit/s sebességen. A minősítő vizsgálatok — melyek a cepstrum - távolság bevezetésével elméleti újdonságot is hoztak — nagy erővel folynak, és zárt hálózatokban a kisebb sebességre kódolt beszéd egyre sűrűbben jelenik meg.

A beszéd mesterséges előállítása (beszéd-szintézis) kötött kifejezés-tár esetén 3...0,8 kbit-nyi tárat igényel 1 sec-nyi tökéletesen intonált, és bár gépi, de nem irritáló hangszínű beszéd megszólaltatásához. A kötetlen szótárú, ún. írott szöveg - beszéd átalakítók fejlődése generációváltáshoz érkezett: az emberi beszélő szerv szerepét játszó dekódoló chip-ek szabadságfoka megnőtt, és ez a beszéd természetességét arra a szintre növeli ami pl. adatbankok távbeszélő útján való lekérdezéséhez is megfelel.

Az izolált szavas beszéd-felismerés a hanggal vezérelt távközlési szolgálatok (Voice Activated Speech Services) és különösképpen mobil távközlésnél a "tárcazási" információ biztonságos hang-bevitelle szempontjából fontos. A terület elméleti alapja a sávszűrős vagy prediktív lényegkiemelés és a rejtett Markov-folyamatos (HMP = Hidden Markov-Process) osztályozás. A jelmondat alapján való személyazonosítás a beszéd-felismerési algoritmusok sajátos módosításával kínál értékes kutatási területet. A beszéd-szintézis és az izolált szavas személyfüggő felismerés területén a hazai felkészültség elegendő az alkalmazások megkezdéséhez [7].

A "beszédjavítás" során — elsősorban adaptív szűréssel, feldolgozással és rekonstrukcióval [8] — bizonyos típusú zajoktól a beszédet az érthetőséget jelentősen javító módon meg lehet tisztítani.

A képkódolás a képi információ digitális tárolásánál és átvitelénél, továbbá mesterséges képek előállításánál játszik a beszéd-kódoláshoz hasonló szerepet. A háromdimenziós lineáris predikcióval [1], a látásmodellt felhasználó kódolással [9] a mozgókép kezelése néhányszor 10 Mbit/s-mal megoldható. Hosszabb- rövidebb időre kimerevített állóképek sorozata, 2,048 Mbit/s-os vonalon, illetve elfogadható képteleson minőséggel 64 kbit/s-os vonalon feltehetőleg jó kompromisszum lesz kép-átvitelt is biztosító ISDN összeköttetésekben.

A kép- és beszéd-feldolgozás már eljutott használható eredményekhez, de az ember képességeinek jobb közelítése érdekében, hosszú tudományos kutató- és műszaki fejlesztő munkára kell számítani, amely egyre nagyobb kölcsönhatásba fog lépni a mesterséges intelligencia kutatásával.

### Nem elektronikus eljárások

A nem elektronikus és kevert eljárásoknál elsősorban az analóg jelfeldolgozás áll a fejlődés középpontjában.

A felületi akusztikai hullámú (Surface Acoustic Waves = SAW) eszközökkel több száz MHz-es tartományban készíthettek kb. 1 MHz felbontású spektrumanalizátort, illetve 1 milliárd művelet/sec

ekvivalens digitális teljesítményű, 15 MHz sávban 1,2 % pontosságú analóg konvolúció-végrehajtót [10].

Megindult a kutatás a tisztán optikai úton végrehajtott analóg szorzó és korrelátor, ill. mátrix-vektor szorzó területén. A kezdeti kutatások óriási sebességet (20 millió vektor-mátrix szorzás 4x4-es méretben, 1 sec alatt) ígérnek. Szintén kezdeti stádiumban lévő kutatást példáz egy kaliforniai egyetem fény- és magnetostatikus felületi hullám egymásrahatásán alapuló eszköze, amellyel fény-modulátor, korrelátor, konvolúció és késleltető megvalósításán dolgoznak. A jelfeldolgozás a távközlésen túl széleskörű alkalmazást nyer és újabb kutatási irányt kap a radar, távérzékelés, orvosbiológia és robotika területén.

### Hazai kutatási feladatok

Az adaptív és gyors algoritmusokra helyezett hazai súlypont az echoelnyomás, a kéthuzaloz duplex modemek, a zajos beszéd tisztítása, stb. területén a távközlés számára nagyon fontos gyakorlati alkalmazásokat ígér. A kis bitsebességű beszéd- és képkódolás széleskörű alkalmazásainak szabványa várhatólag rövid időn belül kialakul, ezért az azonnali hazai alkalmazásbavétel is indokolja a kutatásokat. Nagy jelentőségű az analóg és digitális szakaszokat is tartalmaz összeköttetések beszédátviteli minősítési technikájának kimunkálása, mert ezen a területen a külföldi eredmények a hazai hálózat sajátosságai miatt közvetlenül nem használhatók. Ugyancsak indokolt a teljeskörű kutatás folytatása a beszéd-előállítás és a beszéd-felismerés irányában; ezek ugyanis lényegi nyelvfüggőséget mutatnak, így megoldásuk csak hazai kutatással készíthető elő. E területekhez kapcsolódva is indokolt a mesterséges intelligencia hazai kutatása. A nem tisztán elektronikus eljárások területén fontos a világ vezető kutatólaboratóriumaiban történtek elmélyült figyelése.

### IRODALOM A 2.2. FEJEZETHEZ

- [1] Bellanger, M.G.: New applications of digital signal processing in communications, IEEE ASSP Magazine, July 1986, pp. 6-11.
- [2] Ramstad, T.A.: Analysis/synthesis filterbanks with critical sampling, Proceedings of Digital Signal Processing'84, Florence, Italy, 1984, pp. 130-134.
- [3] Cioffi, J., Kailath, T.: Fast recursive LS transversal filters for adaptive filtering, IEEE Trans. on ASSP Vol. 32., No. 5., Oct. 1984., pp. 988-1005.
- [4] Dunn, J.G.: Signal processing: technology and prospects Electrical Communications, Vol. 59., No. 3. 1985. pp. 252-259.
- [5] Taylor, N.G.(Ed.): Adaptive antennas, Spec. issue. Proc. IEEE, Vol. 130, Pt. F., No. 1., Jan. 1983. pp. 1-151.
- [6] Milstein, L.B., Iltis, R.A.: Signal processing for interference rejection in Spread Spectrum communication, IEEE ASSP Magazine, Vol. 3., No. 2, April 1986, pp. 18-31.
- [7] Gordos, G.: Prospects and limitations in speech processing - Overview and some novel ideas. 9th Acoustic Conference, Budapest, 1988.
- [8] Vary P.: Noise suppression by spectral magnitude estimation, Signal Processing, Vol. 8. No. 4. July 1985, pp. 387-400.
- [9] Richard, C., Benveniste, A., Kretz, F.: Recursive estimation of local characteristics of edges in TV pictures as applied to

- [10] Chomiki, M., Gautler, H.: A Saw based digital convolver, 1984 IEEE International Workshop on Integrated Optical and Related Technologies for Signal Processing, Florence, Italy, pp. 69-71.

### 2.3. Forgalomelmélet

A 80-as évek közepére gyakorlatilag befejeződött a távközlés- forgalomelmélet addig szinte függetlenül fejlődő két ágának a telefon-forgalomelméletnek és az adatátvitellel, ill számítástechnikával kapcsolatos forgalomelméletnek az összefonódása. Ezt több tényező mozdította elő:

- a/ digitális átvitel és a tárolt-program-vezérlés (TPV) elterjedt a telefontechnikában, így a két terület forgalom lebonyolítási erőforrásai hasonlókká váltak;
- b/ elfogadott tényré vált, hogy a jövő ISDN-jelben a hordozó szolgálatok minden távközlési szolgálat számára közösek lesznek.

A forgalomelmélet/forgalmi méretezés (traffic engineering) alapfeladata nem változott: meg kell állapítani, hogy a felajánlott forgalom lebonyolítására mennyi és milyen szervezésű erőforrásra van szükség ahhoz, hogy a kiszolgálás minősége kielégítse a felhasználókat és a szolgálat gazdaságos is maradjon. Ugyanakkor több jelentős változás is bekövetkezett.

#### Súlyponteltolódások

A korábbinál sokkal árnyaltabbá vált a felajánlott forgalom fogalma. Felismerték, hogy a felhasználótól származó továbbításra szánt információ mennyisége a vizsgált rendszer különböző részeiben és/vagy az OSI egyes rétegeiben más-más forgalmakat hoz létre. Meghatározó tényezők: a kódolás, az átvitel sebessége, az üzemmód (vonal-, csomó- /burst/, illetve csomagkapcsolás), az egymás mellett, ill alatti OSI rétegek közötti protokollok szabályai, stb. [1,2].

Egyre több figyelmet fordítanak a távközlési rendszerek részének kölcsönhatására. Ez mind a kapcsolóközpontokra (vezérlő processzorok rendszere, kapcsolómező), mind a hálózatokra (információ átviteli hálózat, jelzeshálózat), mind a végberendezésekre érvényes. Az elrendezések többségét várakozásos kiszolgáló rendszerek szövevényes hálózatával lehet csak modellezni [3].

Az új távközlési szolgálatok forgalmi minőségét tipikusan több paraméter jellemzi. Például csomagkapcsolás esetén számos késleltetést és veszteséget kell meghatározni, amelyek, eltérően a korábbiaktól már nemcsak a (virtuális) kapcsolatot felépítésére, hanem a kapcsolat fennállásának időszakára, ill. a kapcsolat elbontására is vonatkoznak. E problémák áttekinthetővé tétele érdekében újabban megkísérelték a végberendezéstől - végberendezésig felépített információ áramlás

szolgáltatás minőségét (quality of service) és a hálózat belépési és kilépési pontjai közt nyújtott minőséget (network performance), vagyis a felhasználó és a hálózat szempontjainak szétválasztását.

Egyes, régen ritkábban alkalmazott vizsgálati módszerek szinte mindennapos rutin eljárásokká váltak. Elsősorban érvényes ez a számítógépes utánpótlásra és ezen belül a célorientált nyelvek (pl. SIMULA) alkalmazására. Fordító programok mintegy két éve személyi számítógépekre is vannak. Újdonságot legfeljebb az átfogó, a nagy kapcsolóberendezések és/vagy hálózatok egészére és azok környezetére kiterjedő eljárások jelentenek [4]. A széleskörű elterjedésben lévő eljárások közül példaként említhető a forgalmi előrejelzésekben is alkalmazott Kalman szűrő, a forgalommérés hatékonyságát és megbízhatóságát javító, ún. szélsőséges értékek elmélete (extreme value engineering), az összetett rendszerek dekompozíciós vizsgálati módszere és a különféle mátrix kezelési eljárások (pl. Wiener-Hopf faktorizáció).

Az elektromechanikus kapcsolóközpontok fokozatos kiszorulása következtében teljesen eltűntek a keverésekre (lépcsőzések) vonatkozó vizsgálatok és mennyiségileg lecsökkentek a sokfokozatos kapcsolómezőkkel foglalkozó közlemények. Sokfokozatos mezők digitális kapcsolóközpontokban is vannak, de forgalmi méretezésük a meglévő módszerekkel megoldható. További könnyebbséget jelentenek a rugalmasan módosítható digitális, elektronikus kapcsolómátrixok, amelyek alakja (a bemenetek és kimenetek elrendezése) szabadon módosítható [5].

Kiemelt figyelmet kap a forgalom mennyiségének és jellemzőinek mérése és a minőségi paraméterek megfigyelése. Mind a valós idejű feladatok végrehajtásához (túlterhelés elleni védelem, hálózatránnyítás), mind a tervezéshez nélkülözhetetlen az automatizált hardver és szoftver monitorokkal kapott és feldolgozott adatok.

#### Új forgalmi problémák

A szolgálatok és az új rendszertechnikai megoldások robbanásszerű szaporodása folytán számtalan új forgalmi kutatási probléma bontakozik ki:

- a/ Beszéd és adatokat továbbító és más vegyes rendszerek. A vizsgálatok foglalkoznak pl. az adott keret időréseinek különféle hozzárendelési módszereivel (mozgó határfelület, veszteség és várakozás kombinálása); az egyidejűleg igényelt időrések számának szempontjából különböző forgalomtípusok együttesével az elvesző információ, ill. a tárolás költségét számításba vevő optimálással [6].
- b/ Beszéd-csomó kapcsolás (burst switching), amely az ismert TASI elv korszerű változata és közbülső helyet foglal el a vonalkapcsolás és a rövid csomagokkal dolgozó csomagkapcsolás között. Ha nincs valahol szabad csatorna egy beszédcsomó továbbítására, akkor a csomót meg kell csonkítani, vagy egészen el is vesz-

het, ami a beszéd torzulásához, esetleg információ veszteséghez vezet. Túlterheléskor a min-  
tafelvétel ritkítható, ez kiküszöbölheti a cson-  
kulást, de más jellegű torzulást hoz (1. még 5.3.  
alfejezet) [7].

c/ Kis cellás rádiótelefon rendszerek, ahol a fenn-  
álló kapcsolatok átrendezéséből származó  
előnyök, a jelző- és beszédcsatornák szótvá-  
lasztásának forgalmi következményei és a cel-  
lák közti mozgás kapcsán fellépő csatorna-  
hozzáférési problémák jelentik a fontosabb  
vizsgálati irányokat [8].

ó/ A TPV kapcsoló központok túlterhelés elleni  
védelméhez terjednek az olyan többlépcsős  
szabályozási módszerek, amelyekben egyide-  
jűleg több jellemzőt (pl. igénybeorkezesi gya-  
korosság és központi vezérlő terhelés) kísé-  
rik figyelemmel.

e/ A várakozásos rendszerekkel kapcsolatos  
vizsgálatok területe nagyon kiszélesedett. Az  
érdeklődés fő iránya a GI/G/N (általános beme-  
net és tartásidő, N kiszolgálószerv) elrendelé-  
sek különböző változatai és a várakozásos há-  
lózatok [9].

f/ A véletlen hozzáférési eljárásokkal kapcsola-  
tos eredmények közül a stabilitási vizsgálato-  
kat, a vívőérkezeses módszerek finomítását és  
a konfliktus feloldó algoritmusok fejlesztését  
kell említeni [10].

Napjainkban még nem beszélhetünk az ISDN és  
ezen belül a közös csatornás jelzésrendszer kiala-  
kult méretezési gyakorlatáról. A fenti a-f/ pontok  
vizsgálatai, mint építőkockák ugyan szinte mind  
ide sorolhatók, de az átfogó elvek még hiányoz-  
nak, pl. a hálózatban megjelenő forgalom felméré-  
séről és leírásáról, a felhasználói végberendezé-  
sek intelligenciájának hatásáról vagy akár a háló-  
zat teljesítőképességének pontosabb értelmezé-  
séről. Legújabbban a CCITT E. 700 sorozatú ajánlá-  
sai adnak bizonyos eligazítást.

### Hazai kutatási területek

Hazánkban egyetemi, akadémiai, postal és ipar-  
vállalati kutatóhelyek az alábbi témákban foglal-  
koznak forgalomelméleti vizsgálatokkal:

- véletlen hozzáférési módszerek, kevert forgalmú beszéd és adat rendszerek;
- lokális hálózatok, adatátviteli protokollok;
- forgalom és szolgáltatási szint megfigyelése, forgalom előrejelzés, forgalmi tervezés; forgalom-irányítás, forgalomvezérlés, rádiótelefon hálózatok;
- kapcsolóközpontok méretezése, hívásismétlés, forgalmi és használhatósági vizsgálatok, sztochasztikus szimuláció.

A fontosabb hazai kutatási-fejlesztési feladatok az alábbiak:

- különböző szolgálatok forgalmi minőségi paramétereinek rendszerezése;
- kevert forgalmat (pl. beszédet és adatokat) szállító rendszerek méretezése;

- közös csatornás jelzésrendszerek (No. 7 és D csatornás) és jelzés-hálózatok forgalmi méretezése;
- forgalmi vezérlés, túlterhelés elhárítási módszerek;
- véletlen hozzáférésű rendszerek forgalmi problémái (elsősorban LAN és PABX orientáltan);
- adatátviteli protokollok forgalmi vizsgálata;
- új szolgálatok előrejelzési módszerei.

### IRODALOM A 2.3. FEJEZETHEZ

- [1] Gonzalez Soto, G., Borja Gomez, T.: A step to ISDN planning: from users traffic to service cost comparison - 11th ITC, pp. 29-35, Kyoto, 1985.
- [2] Gosztony, G.: A general (rh) formula of call repetition: validity and constraints - 11th ITC, No. 53. B2, Kyoto, 1985.
- [3] Kühn, P.: Modelling of new services in computer and communication networks - Computer networking and performance evaluation, North-Holland, Amsterdam, 1986. pp. 183-303.
- [4] Lemppenau, W., Tran-Gia, P.: A universal environment simulator for SPC switching system testing 11th ITC, No. 51. B3, Kyoto, 1985.
- [5] De Los Mozos, J. R., Buchheister, A.: ITT 1240 digital exchange, traffic handling capacity - El. Com. 56. 2/3 1981.
- [6] Shioyama, T., Ohno, K., Mine, H.: An optimal control of an integrated circuit - and packet-switching system - 11th ITC, No. 22. A3, Kyoto, 1985.
- [7] Holtzman, J. M.: The interaction between queueing and voice quality in variable bit rate packet voice system - 11th ITC, No. 22. A4, Kyoto, 1985.
- [8] Avellaneda, O., Pandya, R.: Traffic modelling of a cellular mobile radio system - 11th ITC, No. 24. B4, Kyoto, 1985.
- [9] Gambe, E.: Overview in the general area of basic traffic theory and queueing - 10th ITC, No. 411, Montreal, 1983.
- [10] Dallos, Gy., Szabó, Cs.: Hírközlő csatornák véletlen hozzáférési módszerei - Akadémiai kiadó, Bp. 1984. pp. 263.

### 2. 4. Technológia és áramkör elmélet

Az új távközlési szolgáltatások tömegessé tétele minőségileg új követelményeket támaszt a mikroelektronika és az áramkör elmélet művelőivel szemben is. A minőségi (performance-driven) követelmények emeléséről a hangsúly mindinkább az árcsökkentésre való (cost-driven) törekvésre helyeződik át már a kutatási fázisban. A távközlés háttéréből ez a folyamat a legmarkánsabb, mely az utóbbi öt évben — hazai vonatkozásban is — meglehetősen felgyorsult.

A szóbanforgó területek sokrétűsége és irodalmának nagy mennyisége miatt a figyelmet az általunk lényegesnek ítélt témakörökre kell korlátoz-  
zuk. A mikroelektronikáról szóló részfejezet a mikroprocesszorok és memóriák, a tágabb értelemben vett felhasználó-orientált integrált áramkörök, a szupravezetők és a gallium-arszenid integrált áramkörök, az áramkör elméleti részfejezet a nagybonyolultságú integrált áramköri problémák, a nemlineáris áramkörök, a szűrőtervezés és a számítógépes optimalizálás egy-egy újdonságát, helyzetét mutatja be a teljesség igénye nélkül. A gyártástechnológiai részfejezet a felületszerelési technológia és egyes új anyagok, szerelvények betöréséről számol be.

A mikroprocesszorok és memóriák fejlődésének üteme olyan gyors, hogy amit jelen összeállításunk csúcstechnikaként jelez [1] alapján, az 1987 első felében volt élenjáró, ma már terjed, sőt túl lépték egy sor területen. Ezt elsősorban a szubmikronos technológiák terjedése és az egyre kisebb teljesítményű megoldások folytán az elemkoncentráció fokozódása jelzi.

Mikroprocesszorok fejlesztése terén az 1987 elején kiugró eredménynek számító, egy szeleten megvalósított 32 bites processzor jelenleg már egy gyártott IBM típus. A felhasznált szilícium mérete  $10 \times 10 \text{ mm}^2$ , az áramkör  $2 \text{ }\mu\text{m}$  felbontású, poliszilícium vezérlőelektrodás NMOS technológiával készült és kb. 200 000 tranzisztort tartalmaz. Az órajel legnagyobb frekvenciája 18 MHz, 10 MHz-es leghosszabb esetre tervezték. A 3W disszipációjú áramkör 170 lábú tokban foglal helyet. Ez a példa a mikroprocesszor-fejlesztés két korlátját, a hőelvezetési és a tokozási problémát világosan mutatja. Mivel a működő mikroprocesszorok száma és az egy szeleten megvalósított áramköri elemek száma rohamosan növekszik, a megbízhatóság kérdése kiélezetté vált.

A dinamikus véletlen hozzáférésű memóriák (DRAM) maximális tárolókapacitását már 4 Mbit-re sikerült növelni. Az áramkör  $7,8 \times 17,5 \text{ mm}^2$  méretű szeleten  $1 \text{ }\mu\text{m}$ -es CMOS technológiával készült. Egy cella mérete  $3 \times 5,8 \text{ }\mu\text{m}$ . Az átlagos hozzáférési idő 80 ns, az áramkör aktív és nyugalmi állapotban 300, ill. 2,5 mW-ot fogyaszt 5 V tápfeszültségről. Az áramkör különösen ellenálló a sugárzásra, ami műanyag tokozást is lehetővé tesz.

Olyan 1 Mbit kapacitású statikus véletlen hozzáférésű memóriát (SRAM) is publikáltak, amely tulajdonképpen dinamikus RAM, de a frissítő áramköröket is ugyanazon a szeleten valósították meg. A  $6 \times 13,8 \text{ mm}^2$  méretű szeleten  $1 \text{ }\mu\text{m}$ -es NMOS technológiával készült áramkör 5 V-ról 105, ill. 0,15 mW-ot fogyaszt aktív, ill. nyugalmi állapotban, 62 ns hozzáférési idő mellett.

Az elemsűrűség növelése és a fogyasztás csökkentése mellett lényeges a sebességnövelés is. Létezik olyan,  $512 \times 10$  bites ECL RAM, melynek hozzáférési ideje mindössze 1 ns! Az áramkör  $3,4 \times 4,4 \text{ mm}^2$ -es szeleten,  $1,2 \text{ }\mu\text{m}$ -es önbeállító bipoláris technológiával készült teljesítményfelvétele 2,4 W.

A számítógépek mikroelektronikai alkatrészbizsisának fejlesztéséről szólva nem hagyhatók figyelmen kívül az utóbbi három évben a szupravezetők kritikus hőmérsékletének növelése terén elért eredmények. Szupravezető kapcsolóval ugyanis 5 ps alatti kapcsolási idő érhető el  $50 \text{ }\mu\text{W}$ -nál is kisebb disszipáció mellett. Ezek az értékek nagyságrendekkel jobbak a Si vagy GaAs alapú, bipoláris, MOS, CMOS vagy HEMT eszközökkel elérhető legkedvezőbb paramétereknél. A szoba-hőmérséklethez közeli hőmérsékleten elérhető gyors, energiatakarékos működés a szupravezető kapcsolókat az ötödik generációs számítógé-

pek meghatározó elemóvó tehetik. Ezek távközlésben történő alkalmazása beláthatatlan távlatokat nyithat.

A fenti törekvések mellett a távközlés szempontjából döntő jelentőségű a *funkciók integrálása*. Minden biztonnyal javítani fogja a televízióvevőkészülékek megbízhatóságát és csökkenteni az árát az az új videojel-feldolgozó IC, amely A/D konvertálás után, adaptív szűrőfunkciók alkalmazásával a főnyességi és színvezérlő jelet állítja elő. A kb. 88 000 tranzisztort tartalmazó, 450 mW fogyasztású integrált áramkör alkalmazásával egyszerűsödik a színes TV-Készülék belső felépítése. Hasonló a helyzet az ISDN alkalmazásokhoz kifejlesztett interfész áramkörök esetében is.

A speciális célú integrált áramkörök esetén is jelentkeznek a disszipációs és a tokozási korlát. IC tervezők négyzet alakú, 148 kivezetésű tokot javasolnak a nagybonyolultságú integrált áramköri szeletekhez. A középen elhelyezett, négyzetes hűtőtönköt mind a négy oldalról, 3 sorban veszik körül a kivezető lábak.

Telefontechnikai újdonság az egy szeleten kialakított kapcsolómátrix, melynek segítségével 40 telefon- és 40 adatterminál kapcsolható össze. Több ilyen integrált áramkör összkapcsolásával az előfizetőkhoz közeli, elosztott kapcsolási rendszer alakítható ki [2].

Működési jellemzői és technológiai megoldása egyaránt figyelemre méltó annak a monolitikus, 70 V-os előfizetői vonal-interfész áramkörnek, melyet BICMOS technológiával, 15 és 70 V-os bipoláris és 15 V-os MOS eszközök ugyanazon a félvezető-lapkán történő kialakításával állítottak elő. Az összesen kb. 2100 tranzisztort tartalmazó,  $5,6 \times 6,2 \text{ mm}^2$  méretű áramkör 300 mW-ot fogyaszt, és 175 mA vonalmeghajtó áramot produkál. Ide kívánkozik egy, a BICMOS technológia előnyeit demonstráló cikk [3] megjegyzése, mely szerint a  $24 \text{ }\mu\text{m}$ -es BICMOS technológiával hasonló kapcsolási időket olcsóbban lehet elérni, mint szubmikron CMOS technológiával. A bipoláris technológiához szükséges 8-10 maszk és a CMOS eljárás 11-13 maszkja mellett a BICMOS technológia 14 maszkja nem jelent lényeges többletet. Összehasonlítva a különböző digitális integrált áramkör-fajtákat, figyelembevéve a fejlesztési, az előállítási és a szervíz költségeket az 1984. és az 1987. évben és az 1990. évre várhatóan, kitűnik az MSI visszaszorulás és a többi IC-fajta (vondor LSI, full custom, standard cells, gate arrays) viszonyított gazdaságtalansága. 1990-re az összes tranzisztornak csak 3 %-a lesz MSI-ben, mégis ez teszi ki a berendezésekbe beépített, integrált áramkör-fajták összköltségének közel felét.

A várhatóan széles alkalmazási kör miatt külön szót érdemel a GaAs *integrált áramkörök* jelenlegi helyzete. A 20-30 GHz-es frekvenciasávra úrtávközlési célból készített adó- és vevőmodulok már forgalomban vannak. A kis gyártási sorozatszám miatt fokozott hangsúllyal vetődik fel a kihatatal kérdése. A diszkrét elemű mikrohullámú áramkörökkel szemben itt az utólagos beállításra



lényegesen kevesebb lehetőség nyílik, ezért a mérési, modellezési és számítógépes áramkörtervezési eljárások pontosságával és megbízhatóságával szemben a GaAs IC-fejlesztés éles kihívást jelent.

Óriási távközléstechnikai jelentősége miatt itt is hivatkozunk az optikai szálak és eszközök kutatása terén elért legújabb eredményekre [4], amelyeket a 4. fejezet részletez. Itt csak három példát közlünk, melyek az *optikai jelfeldolgozás* 1987. évi csúcstechnológiáját mutatják be.

Gőzfázisú epitaxia-növesztéssel (VPE, vapor phase epitaxy) olyan elektro-abszorpciós modulátort készítettek, amely könnyen integrálható lézerdiodákkal közös lapkára. Az eszköz GaInAsP/InP alapanyagú pn átmenet, melynek fényáteresztő képessége a rákapcsolt záróirányú feszültség növelésével csökken. Az eszköz 99%-os melységű modulációhoz 4,5 V meghajtó feszültséget igényel, 3 dB-es sávszélessége 3,8 GHz. A továbblépés egyik iránya nemlineáris eszközök készítésére a molekulásugaras epitaxia alkalmazása GaAs hordozón. Olyan, egyszerű felépítésű fonyhullámsávú vevőt is kifejlesztettek, mely egyaránt elkészíthető Si NMOS, CMOS vagy GaAs alapú hibrid IC formájában. A vevő egy fényérzékeny diódából és egy precíziós műveleti erősítőből áll. Kritikus jellemző a műveleti erősítő bemenet kapacitása, melyet 0,1 pF értékre sikerült lezorítani.

Az optikai jelek irányítására a kis áthallású 4 x 4-es optikai kapcsolómátrixot készítettek. A TiLiNbO<sub>3</sub> alapú, 1300 nm-es hullámhosszon működő eszköz 16 iránycsatornából áll. Átlagos vesztesége 5,2 dB, áthallási csillapítása 35 dB-nél nagyobb, 13 V-os tápfeszültséggel üzemel.

### Áramkörelmélet

A témakör legégetőbb problémái a nagybonyolultságú integrált áramkörök tervezése kapcsán vetődnek fel. Bizonyítható, hogy nemcsak mindegyik feladat NP-teljes, azaz elvileg lehetetlen a megoldásukra a feladat összetettségével polinomrendben kifejezhető műveletigényű megoldó algoritmust találni. Emiatt különösen jelentős minden részeredmény, amely a műveletigényt bármilyen kis mértékben csökkenti.

A fő problémák a realizálás és az analízis körül csoportosulnak. Tipikus realizációs probléma az automatikus csatornahuzalozás, a csatornahuzalosság minimalizálása és a részegységek legkisebb lapkafelületet igénylő elhelyezése. A fenti feladatok megoldására nagy mennyiségű szoftver készült, melyek közül kiemelendő a kaliforniai Berkeley Egyetemen készült csatornahuzalozó és layout tervező programrendszer. A huzalozási feladatot a legtöbbször a huzalozandó felületre kifejlesztett négyzetrács segítségével oldják meg. Újabban a négyzetrács elhagyásán, változó vonalszélességű huzalozás alkalmazásán alapuló algoritmust is publikáltak, mely a megoldott felada-

tokban az összterület 5 %-os csökkenését eredményezte [5].

A szűrőtervezés területén szigorú korlátozást jelent a számítógépek véges számábrázolása által a szűrők fokszámára szabott felső korlát. Ezért jelentősek azok az erőfeszítések, melyek az eddig alkalmazott algoritmusok rossz kondicionáltságának elkerülését, így az elemőrtökek pontosságának növelését tűzik ki célul. Eredményül olyan algoritmus adódott [6], mely a klasszikus szintézis eljárásoknál nagyobb pontosságot, magasabb fokszámú szűrő tervezését teszi lehetővé. Az algoritmus a karakterisztikus függvény zérusainak és pólusainak iterációval történő megkeresésén alapszik.

Realizálhatósági előnyei miatt a kapcsolt kapacitású (SC) szűrők népszerűsége rohamosan növekszik [7]. Az elmúlt öt évben számos analízisfeladatot megoldottak, így a többfázisú órajellel működő SC áramkörök analízisét, a veszteségek figyelembevételét, a transzfer jellemzők elemőrtökekre vonatkozó érzékenységeinek meghatározását. Veszteségmentes SC áramkörök analízisére egyszerű, kézi számításra alkalmas algoritmusokat dolgoztak ki. Újabban a realizálhatósági feltételek vizsgálata került az előtérbe. További kutatások az SC áramkörök működésének korlátai között fenálló összefüggések feltárását célozzák. Alapvető összefüggéseket állapítottak meg a dinamikataromány és a maximális teljesítményfelvétel, a minimális lapkaterület, a maximális tárolt energia, a maximális tererősség és a tápfeszültség között [8].

A távközlési feladatokban a nemlineáris áramkörökkel foglalkozó kutatóknak kétféle feladata adódik: a nemlinearitások kihasználása és a nemlineáris másodlagos effektusok csökkentése. Az utóbbi évek eredményei közül a Voltterra-sorozat konvergenciájának bizonyítása, a Volterra-együtthetők új mérési módszere, a nemlineáris visszacsatoláson alapuló linearizálási módszerek és a maximális teljesítmény tétel emelendő ki. Egyenlőre távközlési alkalmazás nélkül, alapvető eredmények születtek a kaotikusan viselkedő rendszerek leírásában. A zaj és a káosz viszonyának tisztázásával ezeknek a kutatásoknak távközléstechnikai következményei lehetnek.

Az integrált áramkörök fejlődésének minden mozzanata, így az alkatrészek számának növelése, a funkciók integrálása, az árcsökkentési törekvések, stb. a számítógépes optimalizálásra irányítják a figyelmet. A hetvenes évek elején az áramköri jellemzők optimalizálása volt a cél az alkatrészek paramétereinek függvényében. A szemléletváltozást jól tükrözik az azóta felvetett kérdések: érzékenységek, toleranciák, kihozatal, statisztikai tervezés. A nagybonyolultságú integrált áramkörök esetén a számításgépek, így az alkalmazott fővezetőmodellek egyszerűsítése is kritikus probléma. Az áramkörelméleti témakörök mindegyikében magyar kutatóhelyeken is számos eredményt értek el [9].

## Berendezések gyártástechnológiája és konstrukciója

Az alkatrész-bázis és áramköri tervezés fejlődése mellett a berendezésgyártási technológiában és a tartósság, környezetállóság tervezhetőségében is jelentős előrelépés tapasztalható az utóbbi években. A vastagréteg technológiából a makroszkópikus nyomtatott huzalozású áramköri szerelés-technológiába is betört a *felületszerelés* (SMT). A vegyes szerelésű nyomtatott huzalozású lapoknál (NYHL) még csak a hullámforrasztásos technológia jöhet szóba. Ennél a felületszerelő alkatrészek rögzítése, ragasztása, a kivezetések közti forrasztásmaradvány képződés, stb. a reprodukálható és megbízható gyártás eléréséhez fokozott minőségbiztosítást kíván. Előnye azonban, hogy mintegy 30 %-os helymegtakarítás érhető el. A felületszerelés második generációját a *kártyahierarchia* elterjedése jelenti: hagyományos (furatba helyezett, forrasztott beültetésű) kártyákra leánykártyákat helyeznek el, amelyek már gyakran csak felületszereltek. Az ilyen szerelt áramkörök a készülék (berendezés) hátlap kártyájába (back panel) kizárólag dugaszolható csatlakozókkal kerülnek beültetésre. A kártyavég csatlakozók új generációi már tisztán felületszerelt áramköri lapokhoz is alkalmazhatók, és a raszterméretük összehasonlíthatóan tapasztalható.

Az felületszerelés ideális kivitelezési módja az újraömlésztéses (reflow) módszerek valamelyike. Ma a gőzfázisú és az infravörös reflow forrasztás verseng. Ki kell emelni, hogy a felületszerelési folyamattal járó hőhatásnak ellenálló, a kártya és a forrasztás tulajdonságaival összeférhető tokozás kritikus szempont az alkatrész-bázis és a beültetési technológia megválasztásánál. Új műanyagok jelentek meg szigetelőként (pl. a tereftalátok, poli-fenilén-szulfidok), és vannak hőre bomló új folyasztozók is. A tisztaság a finomrajzolatú huzalozás miatt alapvető követelmény, de a mechanikai jellemzők is jelentősen befolyásolják az SMT-vel szerelt kártyák élettartamát.

A többrétegű hátlap-panel elterjedt kontaktálási, kötési módszere a forrasztásmentes, tűs megoldás: a press fit technika. Előnye, hogy gyors, javítható, egyszerű és moduláris csatlakoztatást is lehetővé tesz, mind a kártyaoldalon, mind a kábeloldalon. A hátlap panel rétegszám általában 4-6, ennél több rétegű áramkört elsősorban a funkcionális kártyákhoz készítenek. A 12-16 rétegű NYHL-ek csak nagyszériás gyártáskor gazdaságosak tervezésük bonyolultsága és a litográfiahoz szükséges rajzolatok mennyisége folytán. Az áramköri (in circuit) és funkcionális tesztelési eljárások mindennaposá válásával, a gyártási folyamatba bekerült PC-k segítségével a gyártás minősége, a megbízhatóság jól kézben tarthatóvá válik.

A szerelőstechnológia ilyen fejlődése a moduláris, javítóbázisokon javítandó, helyszínen cserélt kártyákkal, fiókokkal kialakított egységek alkalmazása ugrásszerű minőségjavulást eredményez-

zett. Ehhez a villamos kötések, az *elektromechanikus alkatrészek új generációi* is nélkülözhetetlenek. Ezek is megjelentek csatlakozók, nyomógombok, kártyarelék, mikrokapcsolók, stb. formájában [10].

A mikroelektronikai alkatrészek, processzorok speciális követelményként előtérbe került az *elektromágneses kompatibilitás* (EMC) zavarérzékenység oldala, a működési jellemzőkre gyakorolt hatások ellenőrzésének mérés-technikája ugrásszerűen fejlődött.

A megszakításmentes és zavarszűréssel is ellátott *áramellátás* (UPS) távközlési berendezéseknél alapvető követelmény. Felügyeletmentes telepítéseknél kis teljesítményigényű berendezésekhez a kombinált áramfejlesztős térnyerése jellemző, relóláncoknál a nap + széleenergia felhasználása a hagyományos diesel mellett már gyakorlatban üzemel [11].

Folyadékkristályos kijelzős, többnyire szilikon polimerből készült vezetógumi érintkezős nyomógombokkal szerelt *előfizetői végberendezések* egész sorát fejlesztették ki, főként az ISDN alkalmazások sajátos igényeihez. A kompakt kivitel ezeknél a készülékeknél is a felületszerelt kártyák felhasználása, a többrétegű nyomtatott huzalozás és az újfajta kontaktuselemek alkalmazása teszi lehetővé, a korszerű műanyagok felhasználása mellett [12].

Az antennák területén a műanyagtechnológiák fejlődése hozott új generációt: üvegszál, újabb carbonszál erősítésű vagy Kevlar szál anyagokból a hagyományos alumínium szerelvények tömegének felét kitevő, mégis kompaktabb, akár aszimmetrikusra konstruált antennák készülnek világszerte. Ezek időjárásállósága és a telepítési idők lerövidülése külön előny. A rádiófrekvenciás fokozatokat mind gyakrabban külsőtéri kivitelben készítve toronyban, épületeken helyezik el. A nagyobb integráltságú kompakt kivitel, a széles tartományban hőmérséklettűrő alkatrész-bázis és a megfelelő (csapadék-, por-, pára-behatolás mentes) lezárást biztosító tokozás ezt lehetővé teszi.

### Következtetések, hazai tennivalók

Az utóbbi évek fejlődési tendenciái alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a mikroelektronikai technológia területén a nemlineáris optikai elemek, a GaAs hordozós mikrohullámú áramkörök és a berendezésorientált, nagyobb szériában is igényelt speciális telefontechnikai áramkörök területén jelentkeznek a legfőbb hazai kutatás-fejlesztési feladatok. Áramkörelmélet terén tovább célszerű folytatni a hagyományos és hazánkban erős iskolák témáinak (tolerancia, nemlinearitások, stb.) modern struktúrák közötti kifejtését. A CAD-CAM módszerek, a számítógépes tervezés és gyártás mind az elektronikai eszközök, mind a készülék-és berendezésgyártás területén hazai valósággá válhatnak, a gyártás területén még import robotokkal is. A felületszerelési technológia terjedőben

van, előnyel azonban magas importhányad igénye (ragasztó, paszták, alkatrészek) és az NYHL technológia hazai korlátai miatt csak fokozatosan bontakoznak ki. A többféle képpen megvalósításra kerülő multiróteg gyártás és a garantált minőségű alap- és segédanyag iránti igény az alkalmazott technológiai kutatás-fejlesztés számára ad feladatokat. Hányoznak a korszerű, kártyahierarchiát is megengedő villamos kötélemek a hazai termékek közül, pedig kooperációban még a berendezés- és készülékgyártók számára ugrásszerű konstrukciós fejlődést jelentő press-fit gyártás is kifejleszhető lenne. A felsőoktatási és vállalati kutatóhelyek és a független vizsgálólaboratóriumok közös munkái, pl. a technológiai és megbízhatósági adatbankok létrehozása kedvező lehetőséget teremtenek a technológiai transzfer előkészítésére.

#### IRODALOM A 2. 4. FEJEZETHEZ

- [1] IEEE Journal of Solid State Circuits, Oct. 1986, Special Issue on Logic and Memory.
- [2] IEEE Journal of Solid State Circuits, April 1986, Special Issue on Technologies for Custom IC's.
- [3] Tröster, G. et al.: Potentials of the BICMOS technology for high-performance VLSI, Proc. of the ISCAS'86, May 1986, San José, USA, pp. 113-116.
- [4] IEEE Journal of Lightwave Technology, Oct. 1986, Special Issue on the Optical Fiber Communication Integrated Optics Conference.
- [5] IEEE Transactions on Computer-Aided Design, Oct. 1986, Special Issue on the 1985 International Conference on Computer-Aided Design of Integrated Circuits.
- [6] Orchard, H. J.: Filter design by iterated analysis, IEEE Trans. on CAS, Nov. 1985, pp. 1089-1096.
- [7] Proceedings of the IEEE International Symposium on Circuits and System, May 1986. San José, California, USA.
- [8] Castello, R., Gray, P. R.: Performance limitation in switched capacitor filters, IEEE Trans. on CAS, Sept. 1985, pp. 865-876.
- [9] URSI Review of Radio Science, 1984-1986, Signals and Systems.
- [10] Proceedings of 14th Internat Conference on Electrical Contacts, Paris, 1988.
- [11] Chalmers, J.: Powering the comms revolution. Communications Engineering, Vol. 10. No. 6. 1988. July/Aug. pp. 11-21.
- [12] AT&T Technical Journal, Vol. 66. No. 4. Special Issue on Interconnection Technology.

#### 2.5. Távközlési szoftver

A szoftver a távközlési rendszerek egyre több összetevőjének a működésében jut meghatározó szerephez. Alkalmazása a vonalkapcsoló központokban (távbeszélő, távíró) kezdődött. A csomagkapcsolás már kimondottan a kapcsoló központokban és a csomagműködésű végberendezésekben működő szoftverre épül. A szoftver jelentősége meghatározó az új távközlési szolgáltatásokban (teletex, videotex, üzenetkezelés) és alapvető a szolgáltatások integrálásának megvalósításában. A szoftver intenzív távközlési alkalmazása a következő jellemző folyamatokat indította el:

- Az új fejlesztésű együttműködési algoritmusok (jelzésrendszerek, protokollok) a hálózati ele-

mek intelligenciájára épülnek, azokat intelligens eszközökkel valósítják meg.

- A szoftver és a protokollok révén az előfizetői szolgáltatások (facilities) egyre szélesebb választéka jön létre.
- A kommunikációs együttműködési szabályok a szoftver realizálásához illeszkednek és általánosan elfogadottan a nyílt hálózatok összekapcsolása (OSI) modelljének megfelelően rétegződnek. Az új nem-beszéd szolgálatok specifikációja az OSI architektúra valamennyi szintjére kiterjed.
- A tárolt program vezérelt (TPV) eszközök üzemeltetési rendszere alapvetően megváltozik. Az új üzemeltetési rendszer meghatározó eleme a folyamatos mérések és a centralizáció [1].
- A távközlési hálózatok rugalmasabbá, a változó hálózati körülményekhez és előfizetői igényekhez jobban alkalmazkodóbbá válnak. A TPV eszközök működésébe a valós idejű beavatkozás távolról is megvalósítható, kezdeményezhető akár az üzemeltető (pl. hálózatirányítás), akár az előfizető (pl. paraméter-egyeztetés, nyilvános hálózatok képzett bérelt hálózati topológia átrendezése). A távvezérelt átrendezési lehetőség természetesen a hálózat üzemeltetőjének is rendelkezésére áll, alapvetően a hálózat életképességének növelése céljából.

A TPV központok többszörösen kihasználhatók, többarcúak lesznek a több hálózati és szolgáltatási paraméterkészlet szoftverben való leképezése révén:

- egy központ több funkciót is elláthat (előfizetői, belföldi tranzit, nemzetközi kicserélő);
- egy központ több hálózatot (szolgálatot) is szolgálhat (telex, gentex, nyilvános távíró, adat);
- kapcsolt magánhálózatok leképezhetők nyilvános hálózatba (virtuális hálózatok, szoftverben definiált hálózatok).

A virtuális hálózat nyilvános távközlési hálózaton nyújtott szolgáltatás, amelynek használói a nyilvános hálózatot saját magánhálózatukként képesek igénybe venni. A virtuális hálózatok képzése a távbeszélő hálózati és számítógéphálózati technológiák integrációjára épülő, szolgáltatás- és üzletpolitikai szempontból sokat ígérő fejlődési tendencia.

#### A távközlési szoftver megbízhatósága [2]

A távbeszélő rendszerek szigorú követelményeket támasztanak a távközlési szoftver megbízhatóságával szemben, elsősorban a terjedelem és működési bonyolultság szempontjából a létező szoftverrendszerek közt előkelő helyen álló kapcsoló központi szoftverek tekintetében. A szoftvert a konvencionális programozási technikák hibátlanra tesztelni és javítani törekedtek, míg ma a biztonságos szoftver készítésében a hangsúly a hibátlan kód előállítására esik. A nagy szoftverrendszerek fejlesztésének és karbantartásának erőforrásigénye a szoftver élettartamának koral-

szakaszára (követelmények megfogalmazása, rendszertervezés, fejlesztés) koncentrálnak. A szoftver magas értéke és a megbízhatóságra törekvés megváltoztatta a fejlesztői gondolkodásmódot: a terjedelm és a futási idő helyett a jövőállóság és a megbízhatóság vált fő céllá. A hatékony fejlesztés elsőrendű feltételévé vált a szoftverfejlesztési környezet komplex kiépítése, ami a fejlesztést támogató (egyre inkább hálózatba szervezett) számítógépek és a rajtuk használható szoftver eszközök rendelkezésre állását jelenti az alábbi területeken:

- programfejlesztés;
- adminisztráció (változatok nyilvántartása, dokumentációkezelés, munkaszervezés);
- szimulált teszt;
- tesztelés valódi feltételek között [3].

A szoftver minőségére a fejlesztési metodika részeként a minőségbiztosítási rendszer felügyel.

A szoftvermegbízhatóság és a kapcsoló központ architektúrája kölcsönhatásban vannak: a központosított architektúrák (NEDIX- 510A, DMS-100, AXE-10) központi szoftver hibáinak nagy a hatásmélysége, a hierarchikus elrendezés ugyanakkor egyszerűbb logikai együttműködést, könnyebb erőforrásgazdálkodást enged meg. Az elosztott architektúrájú rendszerek (5ESS-PRX; SYSTEM 12) esetén a szoftverhibák hatásmélysége általában kisebb, azonban a nagyszámú processzoron működő nagyszámú virtuális gép igen bonyolult együttműködésében bukkan elő a biztonsági kockázat. A szoftverinterfészek specifikálása és az üzenetkezelés a számítógéphálózatokhoz teszik hasonlatossá a TPV központok belső működését: a virtuális gépek lazán csatolt rendszert alkotnak, távközlésben szokásos módszerek alkalmazásával működnek együtt egymással.

#### *Hibátlan szoftver előállítása [4]*

A korszerű szoftvertechnológia eszköztudatának tudatos alkalmazása elérhető közelségbe hozta a hibátlan szoftver előállításának lehetőségét. A hibamegelőzés módszerei:

- algoritmus- és adatleíró módszerek alkalmazása;
- újrafelhasználható modulok előállítása, illetve igénybe vétele;
- a célnak megfelelő magasszintű nyelvek használata;
- célszerű programfelépítés alkalmazása (strukturált programozás);
- modellezés és prototípuskészítés.

A nyelvi rendszerek az eszköztudat fontos elemei. A CCITT által ajánlott három nyelv (SDL, CHILL, MML) közül az SDL a specifikálást, a CHILL pedig a hatékony és hibamentes programkészítést szolgálja. Léteznek a modellezésben előnyösen használható, az SDL specifikációt futtatható gépi kódba fordító SDL-processzorok (szoftver automaták).

A hibaelhárítás módszerei:

- tesztelés: a legáltalánosabban használt, de nem a legeredményesebb módszer;
- a specifikáció helyes értelmezésének a felülvizsgálata (helyesség bizonyítása);
- a programstruktúra és a kód felülvizsgálata: jól képzett, tapasztalt szakemberek által végrehajtva a leghatékonyabb módszerek egyike.

#### *A bonyolult szoftverek időállósága [4]*

A nagy ráfordítások miatt a bonyolult szoftverek életciklusának a meghosszabbítása és a karbantartási költségek csökkentése elsőrendű gazdasági cél. A hosszú használati idő alatt változik a hardverbázis, módosulnak a szolgáltatási követelmények. A hardverhez kötődő szoftverrészek ezért elhatárolódnak a távközlési és üzemeltetési szolgáltatásokat nyújtó programoktól. A korszerű rendszerekben a képletesen középen elhelyezkedő hardverre hagyományosan épülő virtuális gép-rétegek nyújtanak egymásnak hardverfüggetlen szolgáltatásokat. A legbelső szoftverréteg az operációs rendszer, amelynek feladata az aszinkron tevékenységek (ütemezés, megszakítások, üzenetforgalom, stb.) kezelése [5,6].

A funkcionális bővíthetőség feltétele a szoftver modularitása. A modulok jól definiált interfészen keresztül működnek együtt egymással. Új funkció (pl. új jelzésrendszer) bevezetése új modul(ok) integrálásával jár. A szoftver hordozhatóságának követelménye új processzortípus bevezetése vagy a feladatok processzorok közti átcsoportosítása miatt merül fel. Emiatt pl. az 5ESS-PRX központ csaknem teljes szoftvere a gépfüggetlen C nyelven íródott.

Az időkritikus (valós idejű), konkurens (egyidejűleg létező) folyamatok kezelése virtuális gépeken a fizikai processzorterhelés növekedéséhez, a működési hatékonyság csökkenéséhez vezet, ezért növelni kell a processzorok teljesítőképességét [7]. A centralizált felépítésű rendszerekben emiatt nagyobb teljesítményű központi processzort (AXE), vagy több processzoros elrendezést (EWS) alkalmaznak, a perspektivikus megoldás azonban az elosztott architektúra bevezetése (5ESS-PRX, SYSTEM 12).

#### *Szoftvertermelés eszközei, szoftverkarbantartás*

A TPV központokban alkalmazott szoftvertechnika eddig is a szoftvertudomány eredményeinek gyors átvételére épült. A közeljövőben a távközlési alkalmazásokban az alábbi területeken várható jelentős új eredmények születése [8]:

- A szoftvertermelés eszközeinek a fejlesztése a programozói hatékonyság növelése és a minőség javítása céljából. Mindkét szempontból kiemelendő jelentőségű a moduláris és strukturált

programozást támogató eljárásorientált nyelvek (Ada, Modula-2) alkalmazása.

- Elvont belső szoftverinterfészek használata felhasználóközeli ember – gép kapcsolat lehetővé tétele céljából.
- Számítógéphálózatok fejlesztési módszereinek a kutatása és a szabványosítás. A számítógéphálózati technológia meghatározóvá válik valamennyi távközlési szolgálatban.
- Az üzemeltetés növekvő tudásigényének a kielégítése szakértői rendszerek kidolgozása útján.

Az üzemeltetésnél új feladatként jelenik meg a szoftverkarbantartás. Az üzemeltetőnek fel kell készülnie a specifikálás, tesztelés, validálás, módosítás szoftvervonatkozású új módszereinek a bevezetésére. A szoftverbe beépített tudásmennyiség a korábbiaknál függőbbé teszi az üzemeltetőt a fejlesztőtől, emiatt a két fél között újszerű, hosszútávú együttműködésre van szükség [9].

Magyarországon is folyamatban van a távbezelő szoftverkarbantartó központok létrehozása. A legsürgősebb feladat a kellő számú TPV szoftverszakértő kiképzése a fejlesztési és üzemeltetési feladatok elvégzéséhez. A hazai oktatásnak fel kell készülnie bonyolult TPV szoftverekkel kapcsolatos kutatási és üzemeltetési feladatok elvégzésére. A korszerű TPV szoftverek adaptálásához is elengedhetetlen a szuperbonyolult, sokprocesszoros rendszerekben futó szoftverek hatékony fejlesztési környezetének kidolgozása.

#### IRODALOM A 2. 5. FEJEZETHEZ

- [1] Kelsler, B. E., Strange, E.: Digital telephony and network integration, Van Nostrand Reinhold, 1985.
- [2] SYSTEM - 12 különszám: Elektrisches Nachrichten-Wesen, 2-3/1981.
- [3] Bourgonjon, R. H.: 5ESS-PRX software. Philips Telecommunication Review, 3/1984, pp. 170-182.
- [4] Szoftver különszám: Elektrisches Nachrichtenwesen 4/1983.
- [5] Hills, M. T., Kano, S.: Programming electronic switching systems. Peter Peregrinus Ltd., 1976.
- [6] Kóczy T. László: Tárolt programvezérlésű telefonközpontok operációs rendszere. Híradástechnika 9/1985. pp. 394-405.
- [7] Harvey M. Deital: An introduction to operating systems. Addison - Wesley, 1984.
- [8] Steimer, K.: Ziele und Tendenzen in der Softwaretechnik. Femmelde - Praxis 3-4/1987, pp. 157-160.
- [9] Katzeff, K.: Introduction of new telecommunication services and technologies, TELE 1982. No. 2. pp. 1-7.

### 3. Műsor- és adatszórás

E fejezet a földi és műholdas műsorszóró és a kábeles műsorszórási rendszerek fejlődését tekintti át. A digitális megoldások berobbantak a területre is, a műsorszóró hálózat másodlagos kihasználása is előtérbe került. A kábeltelevízió (KTV) rendszerek az igényelt információt (beszéd, szöveg, kép, adat) bármikor hozzáférhetővé teszik, ami távlatilag módot ad az egyéni és tömegkommunikációs szolgáltatások integrációjára.

### 3.1. Földi hangműsorszóró rendszerek

Az elmúlt évek során a hangműsorszórás technikai fejlődése mind a hagyományos területeken (AM és FM), mind új modulációs rendszerek alkalmazása terén (PCM) jól nyomon követhető. A csúcstechnológia egyes termékei, elsősorban mikroelektronikai áramkörök olcsó és nagyszámú előállításával sok olyan lehetőséget hoztak piacra, amelyek korábban vagy egyáltalán nem, vagy csak professzionális berendezésekben kaphattak helyet.

Az AM műsorszórás zavarokra való fokozott érzékenysége miatt már kezdett háttérbe szorulni a minden szempontból jobb paramétereket kínáló FM műsorszolgáltatás mellett, amikor a 80-as évek elején megjelent az AM sztereó eljárások egész sora (AM-PM, AM-QAM, AM- ISB, stb.) [1]. Az AM sztereó eljárások mindegyike természetesen összeférő rendszert képvisel a meglévő vevőkkel, sávkiosztással, de szemben az FM sztereó többutas terjedési problémáival, az AM sztereó műsorszórás gyakorlatilag mentes a problémáktól. Így különösen autókban való jó sztereó vétel szempontjából az AM sztereó igen jó versenytársnak bizonyul (pl. az USA-ban) a széles körben elterjedt FM sztereó mellett. Ez még annak ellenére is így van, hogy az egymással versengő AM sztereó rendszerek közül nem jelöltek ki egyetlen USA nemzeti szabványként, hanem rábízták a piacra a feladatot. Ez végül is oda vezetett, hogy az IC gyártók több rendszerre alkalmas, automatikus átkapcsolású áramköri megoldásokat dolgoztak ki az AM sztereó vételére.

Az AM műsorszórás területén az ECSS (exalted carrier selectable sideband) néven terjedőben lévő eljárás [2] lehetővé teszi, hogy egyszerű eszközökkel a rádió hallgatója választhasson: az AM műsornak a felső, vagy az alsó oldalsávját kívánja-e csak venni és hallgatni. Így szomszédos frekvenciájú zavar esetén az átellenes oldalsáv vétele jó megoldást kínál, és különösen rövidhullámon az egyoldalsávós vételi teljesen mentesít a szelektív fading nemlineáris torzításaitól. Az ECSS vételi rendszert az integrált áramköri technika fokozott kihasználása tette lehetővé és ma már a frekvenciaszintézeres rádióvevőkben egyre jobban terjed.

Az FM műsorszórás egyik legkiemelkedőbb eseménye ebben az évtizedben az FMX-nek nevezett kiterjesztett vételi körzetet biztosító korszerűsített modulációs eljárás [3] kipróbálása és bevezetése volt az Egyesült Államokban. Az FMX modulációs eljárás a sztereó információra merőleges fázisban — kvadratura amplitúdó modulációval — járulékos moduláló jelet visz át és az erre előkészített vevők ezt felhasználva lényegesen kisebb zajszinten adják a bal és a jobb csatorna jelét. Gyakorlati kipróbálása bebizonyította, hogy az FMX eljárással sugárzó URH adók vételkörzete sztereó műsorszórás esetén sem szűkül be FMX rendszerű vevőkön, míg a hagyományos vevőkre

az új eljárás nincs kihatással. A rendszer elterjedése - mivel alig igényel beruházást igen valószínű.

Az FM műsorszórással nyújtott szolgáltatások köre is bővült ebben az évtizedben. A már kísérleti stádiumon túljutott személyi hívórendszer [4] egyre több országban válik rendszeres szolgáltatássá. A mono vagy sztereó műsort képviselő moduláló jel frekvenciasávja felett elhelyezett segédvívó modulációjával lehet a keresett személy digitális hívókódját továbbítani. Ez a kód annak és csakis annak a vevőnek a kimenetét aktivizálja, amelynek a száma megegyezik a küldött hívókóddal. Így személyre szóló telefonüzeneteket lehet továbbítani (pl.: az illető jelentkezéskor telefonon). E téren komoly hazai kísérletek is folynak, az eredmények a rendszer életképességét, alkalmazhatóságát igazolták. (A személyhívó rendszerekről l. még 6.2. lefejezetet.)

Hasonló a helyzet az ugyancsak FM műsorszóró hálózatot igénylő közlekedési információs szolgáltatással [4] kapcsolatban is. Bár itt is több különböző rendszer kipróbálása történt meg, úgy tűnik — legalábbis Európában —, hogy a nyugatnémet ARI rendszert fogja a legtöbb ország bevezetni. Az ilyen közlekedési információt szolgáltató adó a sztereó pilotvívó többszörösére beállított segédvívóval jelzi a dekódéres vevőknek, hogy az ARI rendszerben dolgozik. A közleményt megelőzően ezen a segédvívón alkalmas modulációval aktivizálják (bekapcsolják, felhangosítják) az FM vevőrészt. Maguk a közlekedési közlemények a műsor megszakításával kerülnek átvitelre, a jelzés csak azt a célt szolgálja, hogy az autóvezető akkor is hallja a körzetekre szóló üzeneteket, ha történetesen nem is hallgatja a műsort, vagy mást (pl. kazettás magnót) hallgatott. A közlemények végeztével az eredeti vételi állapot helyreáll a segédvívó modulációjával leküldött jelzés alapján. E rendszerrel is folytak hazai kísérletek (KIRA-Közlekedési info adó) az URH sávban jó eredményekkel.

Annak ellenére, hogy a meglévő műsorvevőkkel nem összeférhető rendszert képvisel a pulzus kód-modulációs eljárás [4], az évtized egyik érdekes kísérlete zajlott le egyebek között Angliában PCM kódolást és fázismodulációt alkalmazó hangátviteli eljárásokkal. Nőgyfázisú PSK jellel 250, illetve 500 kHz sávzélességgel 12 független hangcsatornát sugároztak kísérleti célból az e célra kialakított vevők részére, 47 MHz-es vívóval. Általában kedvező gyakorlati tapasztalatok születtek, a megoldandó problémák közül egyedül a reflexiók (többutas) terjedés okozta bittövesztést kell kiemelni. Ez alkalmasan megválasztott hibajavító kódok alkalmazásával — a CD hanglemeztechnikával felhasználtakhoz hasonlóan — megoldható. Ami pedig a kompatibilitási kérdést illeti, a CD hanglemezek rohamos terjedése előbb-utóbb ki fogja kényszeríteni a műsorszóró rendszerek felzárkózását még azon az áron is, ha az nem lesz összeférő a meglévő FM mono vagy sztereó rendszerekkel.

### 3. 2. Földi képműsorszóró rendszerek

A televízió műsorszórás területén számos újdonságnak, új szolgáltatás bevezetésének lehetünk tanúi. A kéthangú, illetve sztereó hangú tv [5] szinte egyidőben valósult meg Európában, Amerikában és Japánban: sajnos egymástól eltérő rendszertechnikával. Az európai rendszer két külön hangvívó egyidejű használatán alapszik, az amerikai eljárás a pilotvívós sztereóhoz hasonló, de annál jóval fejlettebb módon oldja meg a feladatot, míg a japán módszer egy keskenysávú FM-FM modulációt használ. Szolgáltatásukat tekintve az amerikai sztereokéthangos tv nyújtja a legtöbbet: a fő hangcsatorna sztereó (!) üzeme mellett, azzal egyidőben a második hangcsatorna (SAP) független (pl. másnyelvű) hangműsort tud vinni és ezen felül lehetőség van még egy szolgálati (3,4 kHz-es) hangcsatornára is, amely különösen helyszíni közvetítéseknel ad egyszerű lehetőséget belső közlemények, sőt esetenként adatok, távkapcsoló jelek átvitelére.

A teletext (képújság) szolgáltatás [6] az elmúlt évtized egyik leglátványosabb újdonságának bizonyult. A televízió jellel együtt, de annak zavarása nélkül a teletext dekóderek számára olyan kódolt információt szolgáltat, amelyből azok egy elektronikusan szerkesztett magazin bármelyik oldalát ki tudják írni a képernyőre. A magazin oldal akár a műsortól függetlenül, akár a műsorképbe beleülteve olvasható. A teletext frissességével semmilyen nyomtatott, hagyományos lap nem versenyezhet és mivel a magazin lapjaihoz való hozzáférés teljesen kötetlen, bármelyik hír bármikor előhívható. A teletext rendszereket a lehetséges karakterkészletek bővítése, változtathatósága irányában fejlesztik tovább. Hazai viszonylatban most van folyamatban egy olyan magasabb szintű szolgáltatás bevezetése, amely megtartva az eddig használt svéd abc-vel való összeférőséget, a teljes értékű magyar abc használatát fogja biztosítani az új dekóderrel felszerelt tv vevők számára.

Magát a teletext adatszórás eljárást fel lehet pl. számítógépprogramok széles körű terítésére is használni. Ha megfelelő illesztést biztosítunk a teletext dekóder kimenete és az otthoni kis számítógép között, akkor ez a teleszoftver-nek nevezett eljárás [6] módot nyújt arra, hogy egyszerre igen sok otthoni számítógéptulajdonos számára a program hozzáférhetővé váljék. Ráadásul mindez nincs időhöz kötve: amíg a tv adó sugároz, addig a teleszoftver leküldőse is folyamatos.

Világszerte nagy várakozással néznek a főleg japánok által szorgalmazott (High definition television) rendszer [7] szabványosítási problémája felé. A nagyfelbontású, nagylátószögű színes tv rendszerek már elég fejlettek ahhoz, hogy nemzetközi megállapodással rögzítsék a rendszer főbb műszaki jellemzőit, amivel lehetséges lenne a különböző helyeken felvett és rögzített HDTV műsorok cseréje. A HDTV eljárás minősége elérte a 70 mm-es mozifilm (Cinemascope) minőségét. A

HDTV kamerákkal felvett, mágnesszalagra rögzítés és vágás után mozifilmre átmásolt filmek minősége egyenértékű a tisztán filmes eljárással készített filmekével, így a HDTV rendszereknek — legalábbis egyelőre — nem közvetlenül a műsorszórásban, hanem a játékfilmek készítésénél lesz nagy jelentősége. Az EUREKA-95 terv célul tűzte ki, hogy 1992-ig Európában megteremti a HD-MAC eljárásnak nevezett összefűző HDTV rendszer bevezethetőségének a feltételeit.

A 80-as évek vége felé a televízió jel félképköltési idejének (VBI) még egy további felhasználási módja is kezd elterjedni. Teljes képenként egyszer, a 16. tv sorban a tv műsorszolgáltató stúdió speciális, ún. VPS (Video programming system) kódot [8] küld folyamatosan a tv vevők, pontosabban a képmagnók ilyen célú dekóderei számára. E 40 ms-onként megismételt, illetve felfrissített kód alapján a képmagnó külső beavatkozástól mentesen el tudja dönteni, hogy egy felvételre előre beprogramozott műsor nem kósik-e (vagy si-et-e) a tervezett kezdési időponthoz képest, illetve, hogy nem kellett-e vetítés közben valamilyen okból (pl. filmszakadás) szünetet tartani. A VPS kód mind a kérdéses program kezdetét, mind a végét, illetve esetleges megszakítását jelzi a képmagnónak, amely így pontosan indul, tart szünetet, ha kell, és pontosan áll meg a műsor végénél. A kód használata már több európai országban elkezdődött és a kódot megfejltő IC-k is kaphatók monolit kivételben.

Ugyancsak a félképköltési idő alatt fog elhelyezkedni az a PCM kód-csoport [4], amely az előrehaladott nemzetközi megegyezés (EBU) szerint azonosító jelet küld a tv vevők részére. Ez tartalmazza mind a video jel forrását (melyik ország, melyik stúdió), valamint a műsor jellemzőit (hírek, színdarab, gyermekműsor, stb.). Ezeket a néző — távvezérlőjének segítségével — bármikor kírhatja a képernyőre. A műsor/stúdió azonosítás különösen a KTV rendszerekben, ill. olyan esetekben fontos, ahol a felajánlott műsor/adó választék meghaladja a 10-20 csatornát, mert értelmesen ezeket másképpen nem lehet felismerni.

### 3. 3. Közvetlen műholdas műsorszórás

A DBS (Direct broadcasting satellite) betűkkel rövidített közvetlen műholdas műsorszórás — legalább is Európában — nem a földi tv műsorszórás szokásos NTSC, PAL vagy SECAM kódolási eljárását fogja használni, hanem az erre a célra kifejlesztett MAC (Multiplexed analogue components) család valamelyik tagját. A földi kódolási eljárások ugyanis rosszabb jel/zaj szintet eredményeztek a műhold FM csatornáján, lévén hogy azokat AM sugárzással való továbbításra fejlesztették ki. Minden FDM rendszerű jel ugyanis egy frekvenciamodulált csatornán átvive növekvő zajszinttel van terhelve, így a színés tv színsegédvívője (NTSC, PAL vagy SECAM) lényegesen rosszabb jel/zaj-jal jut át a csatornán, mint a világosságjel energiában

gazdag kisfrekvenciás összetevői. A frekvenciamoduláció céljára sokkal jobb a TDM alapsávi jel, mivel annak zajterhelése eredendően nem lesz frekvenciafüggő. A MAC rendszerek közös jellemzője, hogy időben komprimálva és időosztásos rendszerben hordozzák mind a világosság, mind a színinformációt, sőt a kópműsört kísérő hangcsatornákat is, így azok különösen alkalmasak a DBS frekvenciamodulált csatornáján történő átvitelre. A rendszerek tervezői figyelembe vették a WARC'77 genfi egyezmény (World Administrative Radio Conference) előírásait a csatorna-sáv szélességre, továbbá a csatornkapacitás optimális kihasználását és az esetleges földi kábeles szétosztó rendszer korlátait. Ezek alapján született meg a C-MAC/packet, a D-MAC/packet és a D2MAC/packet kódolási eljárás család, amelyből a különböző szempontok alapján lehet a célnak legmegfelelőbbet kiválasztani.

#### C-MAC/packet

Ez a változat optimálisan használja ki a rendelkezésre álló 27 MHz csatorna-sáv szélességet, az ugyanekkor ennek a vevőkonstrukciója a legbonyolultabb és így a legdrágább is. A video jelet előzőleg összetevőire bontva mintavételezési eljárásnak vetik alá 13,5 MHz/6,75 MHz frekvenciákkal. Ezután a világosságjelet 3:2, míg a színkülönbségi jeleket 3:1 arányban időben komprimálják. Így a komprimált minták egyaránt 20,25 MHz frekvenciával követik egymást.

A hangcsatorna jeleit 751 bitből álló csomagokba (packet) gyűjtik és a mintavételi frekvenciától (32 kHz vagy 16 kHz), a lineáris vagy kompondált kódolástól, illetve az 1. vagy 2. szintű hibavédelemről függően lehetséges 8 nagyhanghűségű mono, 4 nagyhanghűségű sztereo, de akár 16 közepes minőségű mono jel egyidejű továbbítására is.

Érdekessége a C-MAC/packet eljárásnak, hogy nem csak a különböző jelösszetevők váltják egymást az idő függvényében, hanem a használt moduláció is. A video jelet ugyanis 12 GHz-es vívő frekvenciamodulációjával továbbítják, míg a csomagokba rendezett hangcsatornák egy speciális 2-4 PSK rendszerben modulálják a vívőt. A végeredmény az, hogy annak ellenére, hogy időben váltakozva 3 különböző jelet (hang-csomag, színkülönbségi jel, világosság jel) visz át a rendszer, az órajelfrekvencia végig 20,25 MHz marad és az adott körülmények között ez a változat adja a DBS csatorna maximális kihasználását. A komprimált alapsávi videojel sáv szélessége kb. 8,4 MHz mind a világosság, mind a színkülönbségi jelek esetén, míg a digitálisan kódolt, bináris hang-csomagjelek 11...12 MHz sáv szélességű csatornát igényelnek.

#### D-MAC/packet

Az egyetlen eltérés a C-MAC/packet-hez képest a hangcsatornák modulációjában van. Szemben a

C-MAC/packet a hangcsomagokat frekvenciomodulációval viszi át (ugyanúgy, mint a videojelet), azonban a moduláló jel nem bináris, hanem duobináris kódolású. Ez utóbbi három szintű digitális jel, aminek következtében a jel sáv szélessége kb 30 %-al kisebbre (kb. 8,4 MHz-re) vehető, mint amekkorára sáv szélességre (kb. 12 MHz) a bináris jelnek szüksége volt.

#### D2-MAC/packet

Ez a MAC család legkisebb tagja: a hangcsatornák darabszámának felére csökkentésével a packet-jel órafrekvenciáját is felezni lehetett, így az 10,125 MHz lett. Megtartva a D változat duobináris kódformáját, az alapsávi hangcsomagjel már 4,2 MHz sáv szélességű csatornán is átvihető gyakorlatilag bitvesztés nélkül, míg a komprimált video jel összetevők természetesen továbbra is igénylik az eredeti 8,4 MHz sáv szélességű csatornát [9].

Az Európai Műsorszóró Unió (EBU) határozottan a C-MAC/packet verziót ajánlja a DBS, tehát a műholdról a földre való átvitelre, bár erre természetesen használható akár a D, akár a D2 változat is. A WARC'77 által megszabott és valamennyi tagország által jóváhagyott 27 MHz csatorna sáv szélességet ugyanis csak a C változat használja ki optimálisan, a D verzió - bár ugyanazt az információközlési sebességet biztosítja, mint a C bitvesztési valószínűsége nagyobb C-nél, mivel a duobináris kód kisebb sáv szélességet, de egyben jobb jel/zaj-t igényel a binárishoz képest.

Az EBU ajánlás a D-MAC/packet rendszert a műholdról érkező tv jelek földi szétosztására tartja célszerűnek, mivel információvesztés nélkül tartalmazza mindazt, ami a műholdról C-MAC/packet formában megérkezett, de ugyanakkor egységesen 8,4 MHz sáv szélességű csatornán átvihető. A jobb jel/zaj egy földi átviteli úton jobban biztosítható, mint a műhold-Föld viszonylatban.

Végül az EBU ajánlás szerint a D2-MAC/packet eljárás célja olyan földi szétosztórendszeren való továbbítás, amely sáv szélességben nem tudja biztosítani a 8,4 MHz-et sem, ami a D-MAC/packet-hez kellene. Ha ugyanis a D változatot egy 8,4 MHz-nél kisebb sáv szélességű csatornába kényszerítjük, akkor a duobináris hangjelek bitvesztési valószínűsége hirtelen megnő és a rendszer nem használható. Ezzel szemben a D2 változat sáv szélességét akár 4,2 MHz értékűre is le lehet csökkenteni, a duobináris jel még akkor is hibátlan dekódolást biztosít. Természetesen a MAC rendszerű video jelcsoport ilyen drasztikus sávkorlátozást már csak a vízszintes felbontás jelentős romlása árán viseli el. A D2 előnye, hogy legfeljebb a képminőség csökken, de a digitális hangcsatornák sértetlenek maradnak.

Érdekes megjegyezni, hogy a fentiekkel ellentétben több európai ország (NSZK, Franciaország) bejelentette, hogy a műholdról sem C, sem D, hanem közvetlenül D2 változatban fognak sugározni

tv műsorokat, hogy ne kelljen a földi vevőknél át alakítani, átkódolni C-ről D-re, majd D2-re. Ugyanekkor vannak országok amelyek C-ben (Skandinávia), illetve D-ben (Anglia) kívánják a DBS szolgáltatást bevezetni.

#### 3. 4. Kábeltelevízió

A szakirodalomban KTV (CATV) betűszóval rövidített kábeltelevízió [10] hatalmas fejlődést mutat az elmúlt évtizedben. A kezdetben csupán néhány tv műsort szétosztó kis, majd nagyközösségi vevőantenna rendszerekből a KTV napjainkban egy teljes, kétirányú szélessávú információátviteli rendszerre bővült, amelynek ma már nem az az egyetlen feladata, hogy tv műsorokat osszon szét a kábel-előfizetők között. Több nyugat-európai és amerikai országban terjed az ún. elektronikus "kábelhírlap", amely dedikált csatornán szöveges képes folyóiratot (dekóder nélkül, nagyfelbontású képűség) közvetít periódikusan ismételve a lapokat. A tengeren túlon, ahol eddig gyakorlatilag csak hirdetésekben élő tv műsorok léteznek, a KTV egyre inkább meghonosítja a "fizető tv"-t (pay-TV).

A KTV visszacsatornáján az információáramlás egyre növekszik. Ezek kezdetben felügyeleti és riasztó szolgáltatásokból álltak csupán. Ma már a felhasználási kör jelentősen bővült: a lakásokból történő árurendelések, helyfoglalások, jegymegvétel (cabletext) mellett fokozódik a KTV rendszer felhasználása video-konferenciák tartására és nagysebességű adatátviteli igények kiszolgálására. Hosszú távon ezek jelentősége és hasznossága valószínűleg meg fogja haladni a programosztó szolgáltatást.

Hosszú távon a megoldást a szélessávú integrált szolgáltatású digitális hálózat (ISDN) fogja nyújtani valószínűleg optikai hullámvezetők felhasználásával. A szélessávú ISDN a tervek szerint alkalmas lesz minden információ szétosztó, hozzáférő, archiváló feladat ellátására egyetlen hívószám alapján és egyetlen közös csatlakozó aljzat segítségével. Olyan jövőbeli szolgáltatások, mint pl. a nagyfelbontású televízió (HDTV) is beépíthetőek lesznek különösebb nehézségek nélkül és főleg anélkül, hogy meg kellene zavarni a már kialakult előfizetői vonal-hálózatot.

A hazai KTV kiépítése még csak a kezdeti fokon áll. Várható, hogy az iparilag fejlettebb országokhoz hasonlóan nálunk is egyre népszerűbbé válik majd. Ennek különlegesen nagy lökést fog adni a műholdas (kommunikációs és DBS) műsorszórás terjedése, mivel a kezdeti időszakban gazdaságos vétel csak a KTV rendszereken keresztül látszik reálsnak.

#### Következtetések, hazai tennivalók

Az ECSS AM vételi eljárás frekvenciaszintézeres AM rádióvevők esetén jön számításba. A hazai rá-



dióvevő fejlesztés és gyártás is alkalmazni fogja ezt a hangolási módszert, így — különösen export szempontjából — az ECSS eljárás fokozott figyelmét érdemel.

A Magyar Rádió és a Posta érdekelt abban, hogy az FM sztereo adások vételkörzetének beszűkítése ellen lépéseket tegyen és bevezesse az FMX kódolási eljárást. Ehhez természetesen hozzátartozik, hogy a sztereo vevők fel legyenek készítve FMX rendszerű jel vételére, itt tehát mind az adás, mind a vétel területén előrelépésre van szükség. Célszerű figyelemmel kíséreni, hogy Európában mely műsorszóró társaságok vezeték be az FMX-et, vagy ami ennél még fontosabb: lesz-e célintegrált áramkör az FMX jel vételére?

Ami a személyi hívórendszert és a közlekedési információs rendszert illeti, itt a hazai munka már túl van a kísérleti adások stádiumán, célszerű a megkezdett úton tovább haladni és a szolgáltatásokat bevezetni. Ugyanez a megjegyzés vonatkozik a sztereo/kéhangú tv problémájára: miután a szomszédos Ausztria a kéhangvívős NSZK eljárás bevezetése mellett döntött, a hazai megoldást ez erősen befolyásolja. Megoldandó még itt az 5,5 MHz és a 6,5 MHz hang-kép távolságok különbségéből származó probléma.

A legkedvezőbb helyzet a teletext terén van hazánkban. A szocialista országokat messze megelőzve, még az iparilag fejlett országokhoz képest is kellő időben indult a magyar képűség szolgáltatás. Egy magasabb szintű szolgáltatás bevezetése most van folyamatban, amely lehetőséget biztosít arra is, hogy kompatibilisen megoldódjék a magyar ékezetes betűk problémája. A második generációs dekóderekkel — az adatrendszer továbbfejlesztése során — egyszerűen és főleg a régi dekóderekkel összeférő módon rendezhető a kórdós és nem keli a régi dekóderekben karaktergenerátort cserélni.

A hazai otthoni számítógépek terjedése indokolja a teleszoftver szolgáltatás hazai bevezetését. A már említett 2. generációs teletext dekóder konstrukciója alkalmas a teleszoftverhez is.

A HDTV még olyan kezdeti stádiumban van, hogy hiányzik a nemzetközi szabvány, hogy elegendőnek látszik a fejlődés figyelemmel kísérése.

Az interaktív KTV terén már vannak hazai megvalósítási példák, itt a cél a rendszerek bővítése újabb szolgáltatásokkal, a legmegfelelőbb konfigurációk kialakítása.

#### IRODALOM A 3. FEJEZETHEZ

- [1] Tanaka et al: Single Chip Multisystem AM Stereo Decoder IC, IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. Ce-32. No. 3. Aug. 1986. pp. 482-496.
- [2] World Radio and Television Handbook, 1985. pp. 576-580.
- [3] Feldmann: FMX: Long Distance Stereo, Clean as Mono. Audio, May 1986. pp. 60-64.
- [4] A fogyasztói elektronika digitalizálása. OMFB-OMIKK, 1985. pp. 28-35.
- [5] Yonge-Fistier: Stereo sound for television - Conclusion. Television, Aug. 1986. pp. 188-194.
- [6] Nidetzky, P. et al.: A teletext round-up. EBU Review, Vol. XXXVI. No. 3. May 1985. pp. 31-46.

- [7] Extended TV or HDTV Systems - Symposium Record of the 14th International TV Symposium, Montreux, Switzerland. June 1985. pp. 313-432.
- [8] Integrated video programming system (VPS) decoder, Philips Technical Information, Sept. 1986. pp. 1-6.
- [9] Spécification du Systeme D2-MAC/PAQUET - Ministère des PTT/France, Sept. 1985.
- [10] New or Extended CATV Services - Symposium Record of the 14th International TV Symposium, Montreux, Switzerland. June 1985. pp. 294-415.

## 4. Átviteltechnika

Az általánossá vált digitalizálás, a csúcstechnológia és az új átviteli közegek belépése (pl. fényvezető, új mikrohullámú frekvencia tartományok), illetve az ISDN koncepció világszintű elfogadása, az új, bonyolultabb szolgáltatások iránti tömeges igény fellépése új átviteli eszközök kutatás-fejlesztésére és használatba vételére készítette a gyártókat és üzemeltetőket. Az átviteli rendszereket az átviteli közegek szerinti csoportosításban tekintjük át. A legintenzívebb fejlődés a fényvezető átvitel terén tapasztalható, amely várhatóan a hálózat felépítésének a fényvezető átvitel terén tapasztalható, amely várhatóan a hálózat felépítésének lényegi módosulását is eredményezni fogja.

### 4.1. Fémvezető átviteltechnika

A legtöbb ország a 80-as évek elején kimondta, hogy a jövőben nem telepít új analóg rendszerű átviteli berendezéseket. Evtizedes nagyságú lesz még az onban mindenütt a vegyes, analóg-digitális hálózati korszak. Az átmenet különleges átviteltechnikai követelmények kielégítését teszi szükségessé. Különleges feladatot jelent a jó jelátviteli minőség és a stabilitás megőrzése a vegyes hálózatokban, gazdaságos megoldásokat kell találni a frekvenciaosztásos és időosztásos multiplex jelek átkonvertálására (transzmultiplexálás). Az *analóg átviteli rendszerek*, amelyeket főleg a helyközi hálózatban szimmetrikus és koaxiális kábeleken üzemeltetnek — 12-től 10800 csatornásig szabványosított berendezésekkel és vonalszakaszokkal — fejlettségük teljességét érték el. Továbbfejlesztésük már nem aktuális. Magyarországon a rendszercsalád a 2700 csatornásig került kifejlesztésre, gyártásra és alkalmazásra. A hazai jó eredmények közül kiemelhető az a 900 csatornás rendszer, amely szimmetrikus kábelben üzemel, stiroflex szigetelésű kábeltípuson 4 km, papírszigetelésűn 2 km erősítőmezővel.

A *digitális, fémkábeles rendszerek* a CCITT ajánlásai által szabványosított 2-től 565 Mbit/s jelsebességig terjedő PCM család tagjai, amelyek közül hazánkban a 34 Mbit/s-os terciér rendszert már bevezették. A fejlesztés jelenlegi programja a 140 Mbit/s-os negyedrendű rendszer.

A *nagyvárosi hálózatok* trónk vonalain vette át a főszerepet a digitális technika a leghamarabb. Hazánkban a 2 Mbit/s-os primér PCM rendszer a

városi kábelpárokon, a 34 Mbit/s-os terclér rendszer pedig a mikrohullámú vonalakon, jelzés-illesztő transzlátorok közbeiktatásával köt össze városi nagyközpontokat. Külföldön (pl. Ausztriában) koaxiális városi kábel is használnak 565 Mbit/s sebességig.

Az előfizetői hálózat digitálizálása az érpárnyerő (pair-gain) rendszerek bevezetésével indult, ami az előfizetői törzskábelek fokozott kihasználását célozta. Digitális központok esetén a 30 csatornás multiplexerek alkalmazása általánossá vált a távoli előfizetői csoportok bekötésére. Ezen esetekben a készülék és az elosztó hálózat analóg. A digitális központ oldalán a BORSCHT (tápellátás, túlfeszültségvédelem, csöngetés, jelzés, kódolás, hibrid, teszt) funkciók hatékony megvalósítása az áramköri megoldások több generációjának kifejlesztését eredményezte. Az előfizetői-előfizetőig való digitális átvitel széles körűvé válására most értek meg a feltételek. Kialakultak a kéthuzalos előfizetői vonalon megvalósítható digitális (négyhuzalos) átvitel különböző technikai megoldásai. Az előfizetői-előfizetőig digitális jelátvitel biztosítása 80 kbit/s sebességet, a keskenysávú ISDN 144 kbit/s sebességet igényel. A lényegében egy digitális beszédcsatornát nyújtó rendszerek gyors elterjedése várható, lehetővé téve ún. pre-ISDN szolgáltatásokat is (l. pl. DIGINET rendszer). Hazánkban is megvizsgálandók az előfizetői hálózatokban a digitális jelátvitel lehetőség és a megfelelő berendezés fejlesztés feltételei a pre-ISDN, majd a szabványos ISDN követelmények szempontjából.

#### 4. 2. Fényvezetős átviteltechnika

Az elmúlt évek gyors fejlődése eredményeként a fényvezetős átvitel a teljes érettség és a gyakorlati alkalmazás szintjéig jutott el. Csaknem minden felhasználó döntött a technika széleskörű bevezetése mellett. Jelenleg 1988) a világon kétmillió km-nél hosszabb fényvezető szálakat használnak távolsági összeköttetésekben. Az igények ugrásszerűen növekszenek és ezért óriási szál- és kábelgyártó kapacitások keletkeznek. A szál és az optoelektronikai elemek intenzív kutatása a műszaki paraméterek gyors javulását, a fajlagos költségek radikális csökkentését eredményezik [1-6]. A jelenleg tipikus megoldást az egymódusú üvegszál, a lézer és világítódiodák, lavina és PIN-diodák hosszúhullámú (pl. 1300 nm-es) használata jellemzi, max. 0,5 dB/km csillapítással kb. 40 km erősítős szakasz hosszal és 1...2 Gbit/s csatornasebességgel, ami tízezernél több ekvivalens távbeszélő csatorna létesítését jelenti.

Ma a kutatás és fejlesztés a kapacitás és áthidalási távolság további növelésére irányul, részben az elemtechnológia, részben az átviteli mód javításával. Az átviteltechnikat — és a kapcsolástechnikát is — a jövőben lényegileg a fénytechnika (fotonika) határozza meg a közeljövő már ma is látható eredményei alapján.

#### Fényvezető szálak

A fényvezető szálnál az anyagkutatások és a gyártástechnológiával finomítások eredményeként csak az egymódusú (monomódusú) szál tekinthető a jövő igényelt kielégítő típusnak. Ma már nemcsak műszakilag, hanem gazdaságilag is előnyösebb a szál, ára 1985 óta alászárt a többmódusú szál árának.

A szál-anyag kutatása terén a szennyező részecskék méretének a kézbentartása, az OH-tisztálanság kiküszöbölése (a  $0,1 \times 10^{-6}$  részecskearányig) és a buborékmentes anyag elérése jellemzik a főbb célkitűzéseket.

Az üvegszál átviteli csillapítása közel van az elérhető határértékhez. A 850 nm hullámhosszablak kifutotta történelmi szerepét, a kutatások az 1300...1600 nm, ill. még inkább a 2...10  $\mu\text{m}$  hullámhosszablakra összpontosulnak.

A jó minőségű jelátvitelben nem annyira a csillapítás, mint inkább a diszperzió a döntő. Az 1200...1600 nm sávban a Gbit/s-os sebesség tartomány gyakorlati birtokbavételéhez a szálak három fajtáját fejlesztették ki: a) 1300 nm-es ablakú szál, bár nem a legkisebb csillapítással, de közel zérus diszperzióval; b) "eltolt diszperziójú" szál, amelynek a diszperzióját zérusra állították be a legkisebb csillapítású ablakban, pl. 1550 nm-nél; c) "elsímlított diszperziójú" (flattened dispersion) szál, amely a teljes 1300-1600 nm hullámhossztartományban mutat közel zérus diszperziót nagyon kis csillapítás mellett. Ezeknek a jelterjedést befolyásoló átviteltechnikai paramétereknek a technológiával kézbentartása azért lehetséges, mert a teljes diszperziót előidéző többféle fizikai jelenség közül a szál anyag-diszperziós-karakterisztikája széles hullámhossztartományban ellentétes előjelű a szál hullámvezető diszperziójáéval. Az előbbi az említett anyagtechnológiákkal, az utóbbit pedig a szálnak, mint hullámvezetőnek a méretezésével befolyásolhatjuk. A hullámterjedést a magot körülvevő, magánál kisebb törésmutatójú héj szabja meg. Az "illesztett héj" (matched cladding) zérus törésmutatójú anyagból készül, a "lenyomott héj" (depressed cladding) pedig negatív törésmutatójú a magéhoz képest. Az ilyen, különféle és többszörös, egymásra helyezett héjszerkezettel — mint hullámvezetővel — érték el, hogy a kétféle diszperzió egyenást széles tartományban kiegyenlíti.

A törésmutató-profil pontos létrehozására újabban plazma-impulzusos technikát alkalmaznak, illetve különféle adalékanyagokat (ritka földfémek, jódok) jól vezérelten adagolnak. A 2  $\mu\text{m}$  körüli hullámhosszak esetén nehézfém-fluorid, a 6  $\mu\text{m}$ -es hullámhossznál a nehézfém-klorid szálak alkalmazásával a csillapítást 0,001...0,01 dB/km közé sikerült csökkenteni. Ez lehetővé teszi majd 3-10 ezer km-es, ismételőállomás nélküli, pl. Európa-Amerika közötti, tengeralatti összeköttetések építését is a nem túl távoli jövőben.

## Fényátviteli eszközök

Az *optoelektronikai eszközök* terén az adók, vevők, optikai erősítők, be- és kicsatolók, valamint a különféle integrált elemek technológiájában és szerkezetében nagy a kutatási-fejlesztési igény, illeszkedően a fényvezető szál fejlődését és a hullámhossztartomány kiszélesedését.

A *lézerdiodák* (LD) kutatásánál a leglátványosabbak az eredmények. Az adóteljesítmény növekedett, elérték 100 mW-nál nagyobb teljesítményt is hosszúdejű, stabil működtetés mellett. A Gbit/s-os sebesség tartományra alkalmas LD-k is piacon vannak már. Ez olyan eljárások eredménye, mint pl. a lézer mellső és hátsó homloka közötti visszaverődés fázis szerinti beállítása, vagy az elosztott visszacsatolás alkalmazása. Az elosztott visszacsatolású lézerben az aktív zóna hosszában recézett szerkezet akadályozza meg egy-nél több frekvencia (többmódus) kialakulását. A csatoltüregű megoldásnál egy második üregből való visszacsatolás csak a mindkét üreg számára közös frekvenciát erősíti. A kutatási eredmények közül a legfontosabb az egyfrekvenciás LD megvalósítása, amellyel már a beadott impulzus ideális, diszperziómentes. A technológia folytonos javítása, a lézer szerkezetek új formái (pl. a DBR = distributed Bragg reflector laser), továbbá a fázistolás, az aktív-passzív részek közötti csatolás, a rétegalakzatok, stb. elméleti és gyakorlati kutatása sok biztató eredményt hozott a legutóbbi években a nyugat-európai, amerikai és japán laboratóriumokban. Várható a közeljövőben a jól vezérelhető, egymódusú lézerek megszületése többhullámhosszú (hullámhossz-osztású, WDM) üzemeltetésre is.

Hasonló a helyzet a *fénykibocsátó diódák* (LED) terén is. Megbízhatóan alkalmassá tették a LED-eket szélesebbkörű átviteltechnikai alkalmazásokra. Főleg a GaAs alapanyagú, monolitikusan integrált LED terén értek el jó eredményeket, (pl. az 1300 nm-nél és párszáz Mbit/s sebességnél). Ma már hosszútávú összeköttetésekben is kezdik a LED-et alkalmazni.

Az *integrált optoelektronikai elemek* megvalósítását nagyon elősegítette a fentebb említett DBR-LD szerkezet bevezetése, mert egyszerűsítette az optikai elemek közötti összeköttetést. Az LD-ben egy optikai rács van, amely egy periódikusan hullámosított fényvezető alakzat, ami csatolást létesít az előre és hátra haladó hullámok közt. E rácsot felhasználva lehetséges a dióda integrálása más optikai elemekkel (pl. az egyik oldalán fotodiódával, a másikon modulátorral). Az egész komplexum egyetlen hordozóalapon épül fel. A sok változat közül a legfontosabb és legismertebb a InGa-AsP/InP alapú, beásott heterostrukturájú LD. Az elemintegráció legfőbb előnye a kisebb méret mellett a fónycsatolás nagyobb határfoka és az összetevő elemek közötti nagy elektromos szigetelés. Ugy tűnik, hogy a szerkezetek lesznek a jövő átviteltechnikai alkatelmei. Még sok költséges kutatás van hátra, pl. a nemli-

neáris integrált optikai elemek, integrált parametrikus elemek optikai frekvencia-konverzióhoz és egyéb célokra.

A *vételi oldali optoelektronikai átalakítás*hoz a szilícium alapanyagú lavinadiódák (APD) ma már rendszeresen üzemelnek 140-565 Mbit/s sebességgel. Túllépési zajuk eléggé kicsiny és erősítésük elegendően nagy. A hosszabb hullámú tartományokban inkább a PIN-detektorokat alkalmazzák (pl. a nógykomponenses anyagúakat). Az 1300 és 1550 nm-es fényvel működtetett vevők érzékenysége a kis zajú előerősítőtől függ. Jónak bizonyul a kis bemenő kapacitású, mikrohullámú GaAs FET nagyimpedanciájú típusa, amely kis zajú és kedvezően kombinálható az InGaAs-APD-vel. Így pl. 0,5-től 4 Gbit/s-ig jól használható vevőegységeket készítettek 1550 nm hullámhosszra -42 dBm vételi érzékenységgel.

A *kötőelemek és a kötési, csatlakozási technikák* elérték azt a szintet, amely egyrészt a kötések okozta csillapítást és reflexiót elhanyagolhatóan kicsívé, másrészt a helyszíni szálkötés munkáját biztonságossá és elfogadhatóan gyorsá tette. Az egyik leginkább bevált eljárásnál (Ericsson) a műszer automatikusan (vagy kézzel állítva és mikroszkópon figyelve) mikroprocesszoros vezérléssel végzi a két összeheggesztendő szálvég pontos, 100 nm-es lépésekben megközelített szembeállítását (miután egy vágóeszköz a szál tengelyre pontosan merőlegesre és síma felületűre vágta a szálvégeket). A beállítási művelet lényege, hogy a műszer adójával az egyik szál meghajlított végébe oldalról beadott fényjelből a másik, ugyancsak meghajlított szál oldalán kilépő fény mennyiségnek maximális értékét állítja be az automata. Ezt vezérli a processzor az említett finom, mechanikai lépésekben. A hegesztés tökéletességét is az így átvitt fényvel ellenőrzi a műszer. Az egész művelet 40-50 s-ig tart, és a csillapítás max. 0,2 dB 80 %-ban 0,1 dB alatt marad.

A *fényvezető-méréstechnikai* igények kielégítésére az utóbbi időszakban sokféle jól alkalmazható műszer került használatba. Az optometria elvileg két fizikai jelenséget használ ki: a szálba betáplált lézerténynek a szál egyenlőtlenégein és a kötéseknel, dugaszoknál keletkezett reflexióját, továbbá a szálban folyamatosan keletkező visszaszórást (Raleigh back-scattering). Az első hibahelybehátárolásra, a másodikat a szál csillapításának mérésére használják.

## Fényvezető átviteli módszerek

A *hullámhossz-osztásos* (WDM, wavelength division multiplexing) rendszer különböző fényhullámhosszú bitfolyamatokat kombinál (multiplikál) egyetlen üvegszálaban. A Bell Laboratórium 1987-ben 10 csatornás WDM kísérletet végzett az 1500 nm-es sávban. A tíz elosztott visszacsatolású lézer kimenetét - mindegyiket 2 Gbit/s- mal modulál-

va - multiplikálták és átvitték egy 68 km-es szálon, összesen tehát egy 20 Gbit/s bitfolyamot szállítva (ami 300 ezer telefoncsatornának vagy 200 tv csatornának felel meg). A Plessey 40 diszkrét csatornát vitt át egy multimódusú szálon mindössze öt LED használatával (mindegyikhez 8 bemenetű dichroic szűrő szolgál jelösszefogóként).

Az egymódusú szál, az integrált, többhullám-hosszú és egymáshoz közel helyezett LD-k és az ennek megfelelő vevőelemek ipari megvalósítása fogja képezni valószínűleg a szélessávú ISDN előfizetői hálózatának jövőbeli, legfejlettebb megoldását.

A koherens detektálást alkalmazó rendszer ugyancsak a közeljövő eszköze az egymódusú szál kapacitásának a kihasználására és a nagyobb távolságok áthidalására. A mai kísérletek szerint 50 ezer Gbit/s is elérhető az 1300-1600 nm-es ablakban. A direkt detektálással ellentétben a koherens vevő nem közvetlen alakítja át a fényjelet elektromos jellé, hanem a vevő hozzákever egy helyi lézergenerátorból nyert fényt a két-összegét detektálja (heterodin-elv). Ennek a helyi forrásnak a frekvenciája hangolható és így a vett bejövő fény szelektíven detektálható. A 140 Mbit/s-os, direkt demoduláló vevő -48 dBm-es vételi érzékenységgel szemben a spektrálisan leghatékonyabbnak bizonyult, PSK-rendszerű homodin (azonos helyi frekvenciájú) vevővel -68 dBm érzékenységet ért el a Plessey cég, FSK-val valamivel kisebbet, -61,4 dBm-et. Ezen értékek már a fizikai megvalósíthatóság határát közelítik, mert 10-40 foton/bit energia-indikálást jelentenek.

Mivel a koherens vevő kb. 20dB-lel érzékenyebb és szelektívebb is a direkt vevőnél, és mivel a WDM technikával akár tízezer fénycsatorna is átvihető egyetlen szálon, a következő tíz évben várható az *optikai világhálózat* létrehozása és a fényátvitel rohamos terjedése az előfizetői hálózatokban (interkontinentális tengeralatti kábelek, FDM nyalábok átvitele, szélessávú ISDN, KTV, nagysebességű lokális hálózatok, stb.). Ezekbe az irányokba folyik a legerőteljesebb kutatás. Néhány kiemelkedő kísérleti eredmény az alábbi:

- A Bell Laboratóriumban és a Plessey-nél 170 km-es összeköttetésen 2 Gbit/s sebességű átvitelt demonstráltak közbelső erősítés nélkül koherens átvitellel, PSK modulációval.
- Az STC (Anglia) sikeresen alkalmazott koherens vételtechnikával 15 dB-es érzékenységsjavulást a vételben. Ugyanezen cég egy másik projektben a 140 Mbit/s-os homodin vevőt egy átviteli ablakban több, különböző frekvenciára ráhangolhatóan készítette el. A helyi optikai oszcillátor -6 dBm, a vett fény -52 dBm teljesítményszintű. A rendszer 200 km áthidalására sikeresen vizsgázott.
- Az ITT SEL (NSZK) 1987-ben a hannoveri kiállításon 5 Gbit/s sebességű, 90 km-es összeköttetést demonstrált erősítő nélkül (kutatásában már 10 Gbit/s elérésére törekszik).
- Az ATT-Phillips cég a genfi FORUM'87-ben beszámolt egy 8 x 140 Mbit/s-os átviteli rend-

szerről, amelyben csak iparilag már rendelkezésre álló elektronikai, fényforrás és fénydetektor elemeket és egymódusú szálakat alkalmaztak 33 km erősítés nélküli szakaszon.

### Fotonizáció

A tóma jövőbeli igen nagy fontossága kétségtelen [5]. Nyilvánvaló, hogy mindaz, amit eddig ebben a témában elért a világ, még kezdetnek tekinthető ahhoz képest, amit a fénytechnika a távközlés számára várhatóan nyújtani fog. A fénytechnika révén átlóphetők az elektronikus megoldások korlátai. A fénytávközlési kutatás a fény megkülönböztető jellemzőinek céljaitól a távközléstechnika (átvitel- és kapcsolás) szolgálatába való állításával foglalkozik. Már az eddig elért kutatási eredményekből is nyilvánvaló (pl. a tisztán optikai erősítés, 1 ps-nál kisebb kapcsolási idejű GaAs diódák, optikai kapcsolómező megvalósíthatósága), hogy a mai mikroelektronizáció korát a fotonizáció fogja követni, amelynek során a fénytechnika nemcsak a távközlésben, hanem a felfeldolgozásban, számítástechnikában, mérés technikában stb. is széleskörű alkalmazást nyer [6].

Fontos feladat a következő évtizedben hazánkban egy modern optikai - optoelektronikai ipar alapjainak létrehozása erős kutatási háttérrel, tekintve, hogy egyrészt a műszaki fejlesztés fő irányában mindenütt jelen van már ma is az optoelektronika is, másrészt, mert a mikrohullámú technikában jelentős ipari és kutatási kapacitásokkal rendelkezünk.

### 4.3. Földfelszíni mikrohullámú átvitel

A mikrohullámú technika és különösen a mikrohullámú félvezetők paraméterei az utóbbi időszakban olyan mértékben fejlődtek, hogy a berendezéstervezők gyakorlatilag minden megfogalmazható feladatra találnak alkalmas eszközt. (Ezek Magyarországon nem mindig és csak jelentős késséssel hozzáférhetők). A ma berendezéstervezője számára kellő teljesítményű és stabilitású források vagy erősítők, elegendően kis zajtényezőjű előerősítők, keverők alkalmazása nem képezi a megvalósítható összeköttetések átviteli kapacitásának vagy átviteli minőségi paramétereinek korlátját. Természetesen a mikrohullámú technika színvonala jelentősen befolyásolja a berendezések üzemviteli jellemzőit (méretek, fogyasztás, ár, stb.)

A földfelszíni mikrohullámú átvitel hagyományos területe a pont-pont közötti összeköttetések, amelyek a távközlő hálózatokban kisebb-nagyobb kapacitású gerincvonalai összeköttetéseket valósítanak meg. (Itt és a következőkben mindig látótávolságon belül összeköttetésekre gondolunk, a horizonton túli összeköttetésekre Magyarországon földrajzi okokból nincs jelentősége.) A mikrohullámú átvitel újabb keletű alkalmazását

képezik a pont-többpont közötti összeköttetések, elsősorban előfizetői hálózatok céljára.

### *Pont-pont közötti összeköttetések*

A távközlő hálózatok digitalizálása kiterjed a gerinchálózati mikrohullámú összeköttetésekre is. A folyamat ma ott tart, hogy analóg rádiórelé berendezések fejlesztése és jószerevel gyártása is megszűnt. Jellemző pl., hogy a CCIR 1982 óta nem foglalkozik az analóg rádiórelé összeköttetésekre vonatkozó ajánlások korszerűsítésével. Érdemes megjegyezni, hogy bár a nagykapacitású digitális rádióátvitel egy beszédcsatornára eső fajlagos költsége jóval több, mint analóg átvitel esetén, a hálózat digitalizálásából adódó előnyök ezt bőven kompenzálják.

Az első digitális rádiórelé berendezések a 4PSK (négyállapotú fázisbillentyűzés) modulációs rendszerrel alkalmazták, amely energetikai értelemben optimális hatékonyságú és viszonylag igénytelen áramkörökkel megvalósítható. Ezen tulajdonsága folytán kisebb (max. 34 Mbit/s) kapacitású összeköttetéseken (a még igénytelenebb FSK-val együtt) ma is előszeretettel alkalmazzák. Nagyobb kapacitású összeköttetéseken való elterjedését a viszonylag nagy frekvenciasávigénye gátolja: azonos rádiófrekvenciás sáv szélességben kb. negyedannyi beszédcsatorna vihető át, mint analóg FDM-FM úton (nem is beszélve az FDM-SSB-AM eljárásról). Mivel a nagy távolságú átvitelre alkalmas 4-7 GHz frekvenciasáv állandóhelyű szolgálatra felhasználható része korlátozott, érthető, hogy a frekvenciasáv gazdaságos kihasználása a posták részére központi kérdés.

A digitális átvitel rohamos terjedését a gerinchálózati mikrohullámú rádióösszeköttetéseken a sokállapotú modulációs rendszerre való áttérés tette lehetővé. Általánosnak tekinthető a 16-QAM alkalmazása, példák találhatóak 64-QAM-re és laboratóriumi beszámolók ismeretesek 256-QAM-ról [7-8]. A gerinchálózati összeköttetések átviteli sebessége 140 Mbit/s (1920 beszédcsatorna) vagy nagyobb. A 140 Mbit/s-os Jelfolyam 16QAM esetén 40 MHz, 64-QAM esetén 28 MHz minimális rádiócsatorna-távolságot igényel. Az előbbi a "felső" 6 GHz-es és a 11 GHz-es sávú, az analóg rádiórelé összeköttetések számára kialakított - és CCIR ajánlásokban rögzített - frekvenciatervekhez illeszkedik. A 140 Mbit/s-os összeköttetések világszerte először e sávokban jelentek meg, és csak jókora késéssel követték ezeket a hagyományos, 28/29 MHz csatornatávolságú 4 GHz-es és "alsó" 6 GHz-es sávban üzemelő berendezések.

A laboratóriumi beszámolók alapján a 256-QAM alkalmazására irányuló kísérletek a következő hierarchikus szintű, 565 Mbit/s-os Jelfolyam átvitelét célozzák, a fenti frekvenciatervek valamelyikéhez igazodó frekvenciasávban.

A sokállapotú digitális jel rádióösszeköttetésen való átvitele számos újszerű elvi és gyakorlati kérdést vet fel.

Az elvi kérdések közül a legfontosabb a hullámterjedési hatásokat és azok kompenzálását érinti. A sokállapotú átvitel mellett is a rendelkezésre álló sáv szélesség alig nagyobb a Nyquist-sávnál, ezért a szemábrák ideális körülmények között is alig nyitottak, vagyis a jelátvitel nagyon érzékeny a jelalakot torzító átviteli hatásokra. (Ez azt a gyakorlati feladatot is felveti, hogy minden jelátviteli áramkörnek szinte torzításmentesnek kell lennie.) A mikrohullámú rádióátvitel szokásos állomástávolságai mellett szelektív fading óhatatlanul fellép és olyan hullámalak torzítást okozhat, amely a szemábrát nagy jel-zaj viszony esetén is bezárja, vagyis katasztrofálisan nagy hibaarányt okoz. Ez ellen a hatás ellen részben diverzítív-vétellel, részben a rádiócsatorna adaptív kiegyenlítésével lehet - és kell védekezni. Az adaptív kiegyenlítés feladatát nehezíti, hogy időben változó csatornán, kizárólag a vett jelsorozat ismeretében kell működni.

A gyakorlati kérdések legfontosabbika, hogy az áramköröknek szinte torzításmentesnek kell lenniük. Ez a legtöbb esetben körülményes áramkörtervezéssel elérhető. Különleges feladatot jelent a mikrohullámú teljesítményerősítő lineáritásának biztosítása. A teljesítményerősítő reális hatásfokú üzeme a telítési teljesítményt megközelítő kivezérést kíván, ezért jelentős nemlineáris torzítással működik. Ennek kompenzálására előtorzítást kell alkalmazni, amelynek az öregedési, hőmérsékletváltozási jelenségek miatt esetleg adaptív-nak kell lennie. Sok berendezés az erősítő nemlineáris torzításának hatását ezenfelül hibajavító kódolással csökkenti.

A gyakorlati problémák másik fontos csoportját képezik a szóbanforgó berendezések megvalósításához szükséges újszerű technológiák, elsősorban a bonyolult, nagysebességű Jelfeldolgozást végző berendezésorientált integrált áramkörök megvalósítása. Ezek alkalmazását nem a berendezések tömeggyártása, hanem méretének és fogyasztásának elfogadható szinten tartása és a kívánt megbízhatóság indokolja.

A nagykapacitású digitális rádiórelé berendezések megjelenését a hálózat digitalizálásának üteme igényli és a rendelkezésre álló technika teszi lehetővé. Ez magyarázza, hogy az 1980-as évek második felében 64-QAM rendszerű berendezések széleskörű alkalmazásában csak a tengerentúlon (USA, Japán) található, Nyugat-Európában ez idő szerint a 16-QAM technika a jellemző.

Pont-pont közötti összeköttetések tekintetében Magyarországon a kisebb kapacitású digitális összeköttetések bizonyos választéka rendelkezésre áll. A 140 Mbit/s átviteli sebességű rádiórelé berendezések kidolgozására irányuló laboratóriumi tevékenység megindult, a legnagyobb problémát a gyártástechnológiákra való berendezkedés jelenti. A különböző kapacitású digitális mikrohullámú összeköttetések hazai alkalmazásának e-

lőkészítősőre hullámterjedési kutatások folynak a 10–23 GHz-es frekvenciában. Tovább folytatandók azok a kutatások is, amelyek a mikrohullámú összeköttetések számítógéppel támogatott tervezési módszereinek kialakítására irányulnak.

#### Pont-többpont közötti összeköttetések

A földfelszíni mikrohullámú távközlés viszonylag új területét képezik a pont-többpont közötti összeköttetések [9].

Alkalmazási területük:

- az előfizetői hálózatok, főként olyan helyeken, ahol valamely távbeszélő központ környezetében az előfizetők szétszóró csoportokban helyezkednek el. Ezek a berendezések tipikusan 1-2 GHz közötti vivőfrekvencián frekvenciamodulációval működnek;
- helyi adatátviteli hálózatokban, ahol a környezeti feltételek a vezetékes összeköttetést nem teszik lehetővé vagy kívánatossá. Ezek a berendezések tipikusan 20 GHz körül vivőfrekvenciával működnek.

Az előfizetői rendszerek (kevés kivételtől eltekintve) digitális, időosztású átvitelt valósítanak meg és - gazdaságossági szempontokat is figyelembe véve - koncentrátor funkciót is ellátnak. Tipikusan 10 beszédcsatornával (0-ad rendű PCM multiplex) 64–128 előfizetőt szolgálnak ki. Az előfizetők a beszédcsatornákhoz szabadon férnek hozzá, a csatorna hozzárendelést a központi állomás logikája vezérli. Az előfizetői csoportok távolsága a központtól mintegy 40 km, ismételőállomások közbelkötésével ennek többszöröse lehet. A teljes rendszer két vivőfrekvenciát használ, az egymáshoz közeli rendszerek kölcsönös zavartartásának elkerülésére több (pl. 24) vivőfrekvenciapár áll rendelkezésre.

A központokból az állomások felé irányuló jelátvitel rendszerint szabványos PCM multiplex formátumban valósul meg, 10 + 1 csatornás esetben 704 kbit/s átviteli sebességgel. Az állomás-központ irányú jelátvitel a többszörös hozzáférés szervezéséhez szükséges többlet információ, illetve vevőidőrészek miatt nagyobb sebességű, a megvalósítás módjától függően 830–880 kbit/s. A berendezések a központi és az előfizetői oldalon a vezetékes rendszerek módján csatlakoznak.

Ilyen típusú berendezést számos cég gyárt (tipikus példa a francia TRT cég IRT-1500 berendezése), a Magyarországon fejlesztett IER64/1500 típusú berendezés gyártásbevezetés alatt áll [10]. A kutatás a szolgáltatások és az átviteli kapacitás bővítésének irányába folytatandó.

#### 4.4. Műholdas távközlés

A tudománynak és a technikának az űrkutatás terén az első szputnyik felbocsátása (1957) utáni időszakban megindult rohamos fejlődése lehetővé tette a távközlés új eszközeinek (világűrbe jut-

tatott mesterséges égitesteknek, távközlési műholdaknak) a kidolgozását és alkalmazását. A kommerciális műholdas távközlés kezdete a hatvanas évek közepe (1965.: Intelsat-1 és Molnyija aktív távközlési műholdak üzembehelyezése). A műholdas távközlés gyors ütemű fejlődése a távközlési műholdak kapacitásával jellemezhető a legjobban. Míg 1965-ben a távközlési műholdak 200 távbeszélő csatorna egyidejű továbbítására voltak alkalmasak, 1975-ben ez a kapacitás már 20.000 távbeszélő csatorna volt, 1980–1984. között pedig elérte a 40.000 távbeszélő csatornát. A kapacitás 1990-re várhatóan eléri a 60.000, a következő évtizedben pedig a 120.000–375.000 távbeszélő csatornát. A digitális feldolgozási módszerek térhódítása a műholdas távközlésben is egyre nagyobb mértékű. Az erre vonatkozó előrejelzések alapján az 1990-es évek végére a jelátviteli sebesség várhatóan 120–140 Mbit/s lesz [11–12].

A műholdas távközlő rendszerek a több fedélzeti retranszlátort hordozó távközlési műholdból, a hozzá csatlakozó földi állomásokból, továbbá az üzemeltetéshez és ellenőrzéshez szükséges telemetriai, valamint szervező-vezérlő rendszerből állnak. A műholdas távközlő rendszerek hagyományos és új szolgáltatások megvalósítására egyaránt alkalmasak. Az új szolgáltatások tipikus példái az újság-közlemények továbbítására, rurál hálózatokban a szétszóró települések közötti távközlés (leginkább segélyszolgálat) megvalósítása, video-konferenciák létesítése, a fejlődő országokban széleskörű oktatás és nevelés megvalósítása, légi és tengeri-navigációs összeköttetések létesítése, TV és rádióműsorszóró rendszerek megvalósítása. A műholdas rendszerek az ISDN hálózatoknak is részét képezhetik [12].

#### Több-földiállomás hozzáférés

Föld körül pályán lévő műhold távközlési látószöge meglehetősen nagy (különösen a geostacionárius pályán lévő műholdaké), így a rajta elhelyezett fedélzeti adó nagykiterjedésű földfelszíni terület besugárzására, ill. a fedélzeti vevő nagykiterjedésű földfelszíni területről érkező rádiójelek vételére alkalmas. Ez arra a felismerésre vezetett, hogy egy föld körül pályán lévő műhold, mint kozmikus reléállomás nagyszámú földi állomásról hozzáférhető (több-pont hozzáférés). A műholdas távközlő rendszerek egyedül sajátossága, hogy egyetlen műhold retranszlátoron át a földfelszín különböző pontjain elhelyezkedő földi állomások között létesíthető összeköttetés multi-interkontinentális, regionális vagy országos kiterjedésű hírközlő hálózatokban. Ennek gyakorlati megvalósítására a több-földiállomás hozzáférési módszereket fejlesztettek ki.

A frekvencia-osztású több-földiállomás hozzáférési rendszerekben (FDMA rendszerekben) a műhold retranszlátor a földi állomásokról érkező rádiójeleket a frekvenciaosztás el-

vén nyalábolja. A műhold-retranszlátoron egyidejűleg több vivőhullám halad át, a nemlinearitások folytán vivőhullámok közötti Interferencia keletkezik. Ennek csökkentése érdekében a műhold-retranszlátor csak lineáris tartományban üzemeltethető, aminek következtében a műhold-retranszlátor bemenetén és kimenetés teljesítményvesztés keletkezik. Egy földi állomásról a műhold-retranszlátor bemenetére érkező vivőhullámok (rádiójelek) lehetnek több hírforrás hozzáférésűek: MCPC rendszerek. Ekkor a vivőhullám több, a frekvenciaosztás elvén nyalábolt távbeszélő csatorna jelét hordozza analóg frekvencia-moduláció alkalmazásával, az analóg FM rádiórelé rendszerekben alkalmazott eljárásához hasonlóan. Ha a műholdas hírközlő hálózatban a távbeszélő forgalom kicsi, vagy közepes és a műhold-retranszlátorokhoz sok földi állomás (50 vagy ennél több) csatlakozik, akkor az egy- hírforrás hozzáférésű vivőhullámok alkalmazása jelenti az optimális megoldást (SCPC rendszerek). SCPC rendszerekben egy vivőhullámot csak egyetlen beszédcsatorna jele modulál. A moduláció analóg és digitális megoldását egyaránt kifejlesztették.

*Időosztású több-földiállomás hozzáférési rendszerekben* (TDMA rendszerekben) a műhold-retranszlátor a földi állomások rádiójelét az időosztás elvén nyalábolja. TDMA rendszerekben a földi állomások rádiójelét (vivőhullámmal) adási-időrésekben (burst üzemmódban) érkeznek a műhold retranszlátor bemenetére. TDMA rendszerekben a műhold-retranszlátoron egyidejűleg csak egy vivőhullám halad át, a műhold retranszlátor a telítési tartományban üzemeltethető. Ezzel szemben TDMA rendszerekben problémát a nagy pontosságú hálózat-szinkronizációs rendszer megvalósítása jelent. A földi állomásokról érkező vivőhullámok (rádiójelek) több hírforrás hozzáférésűek (MCPC vivőhullámok). Moduláció előtt a hírforrások (távbeszélő csatornák) jelei a frekvenciaosztás vagy időosztás elvén vannak nyalábolva, a továbbítani kívánt nyalábolt jel vivőhullámra ültetése a digitális szögmoduláció valamely változatával valósul meg.

TDMA rendszerekben a rendelkezésre álló frekvenciatartományok kihasználási hatásfoka a frekvencia-újr felhasználás alkalmazásával növelhető. Ennek kialakult eszközei a többnyalábú fedélzeti antennák és a fedélzeti antennanyalábkapcsolás alkalmazása (SS-TDMA rendszerek).

### *Moduláció, kódolás*

Műholdas távközlés céljára az analóg és a digitális jelfeldolgozási-jeltovábbítási módszerek egyaránt alkalmasak. A jelenlegi gyakorlatban az analóg MCPC és SCPC rendszerekben a frekvencia-moduláció használatos, digitális MCPC és SCPC rendszerekben pedig a PCM-PSK rendszerek különböző változatait alkalmazzák széleskörűen.

A műholdas távközlő rendszerek alapvető problémája a *műhold-retranszlátorok kapacit-*

*tásának növevése.* Ennek eszközei, amelyek napjainkban is intenzív kutatás tárgyát képezik, a digitális beszédjel Interpoláció (DSI), a kis sebességű kódolás (adatkompresszió) és a jel-kód konstrukciók (jeltér kódok) alkalmazása.

A DSI a TASI-elv digitális megvalósítása. Kezdetben a DSI berendezéseket a PCM berendezések adaptereként alkalmazták. Az újabb kutatások célja olyan autonóm DSI végberendezések kidolgozása, amelyek a jeltovábbítási kapacitás megkészszerzését teszik lehetővé.

A beszédjel-továbbítás sebességének 32 vagy 16 kbit/s-ra való csökkentésére adaptív kódolási eljárásokat (ADM, ADPCM) alkalmaznak. A 32 kbit/s sebességű átvitelre CCITT ajánlás is készült.

Sávkorlátos műhold-retranszlátorban a kapacitás növelése többállapotú digitális modulációs módszerek alkalmazásával lehetséges. Ekkor a modulált vivőhullám spektrumszélessége csökken, az előírt bithibaarány megvalósításához szükséges bitenergia-zajteljesítmény-sűrűség viszony azonban növekszik.

Digitális hírközlő rendszerekben adó-teljesítmény megtakarítás (hatásfok növelés) csatorna-kódolással, a továbbítani kívánt jelsorozatba redundancia bevitelével érhető el. A csatornakódolás hibajavító-kódolással (FEC) vagy kódolt modulációs módszerek (jelkód konstrukciók) alkalmazásával valósítható meg. Hibajavító kódolás alkalmazásakor a beépített redundancia következtében a kódolt adatsorozattal modulált vivőhullámok sáv szélessége általában nagyobb, mint a kódolatlan jelsorozattal modulált vivőhullámok sáv szélessége. Kódolt modulációs rendszerekben a modulátor előtt a moduláló digitális jelsorozatot átkódolják oly módon, hogy a csatorna-kódolás által okozott redundanciát a kódolt csatornaszimbólumok számának növelésére használják. Ezáltal a hibajavító kódolási módszerekhez képest jelentős kapacitás növelés (vagy adó-teljesítmény megtakarítás) érhető el anélkül, hogy a sáv szélesség növekedne. Ezért a kódolt modulációs rendszerek tehát mind teljesítmény-, mind sáv szélesség-hatásosak.

Sáv- és teljesítmény-korlátos, "zajos" nemlineáris csatornáknál való jeltovábbítás szempontjából azok a kódolás- moduláció/demoduláció-dekódolás rendszerek az optimálisak, amelyekben a modulált vivőhullámok teljesítmény-hatásosak, sáv szélesség-hatásosak és konstans amplitúdójúak. Az amplitúdó állandóságára a csatorna nemlinearitás következtében keletkező AM/PM konverzió kiküszöbölése érdekében van szükség. A szóba jöhető modulációs módszer csak a digitális szögmodulációs eljárások valamelyik változata lehet, pl. a kódolt-CPFSK (kódolt, folyamatos-fázisú frekvencia-billentyűzés).

### *Frekvencia-gazdálkodás*

A műholdas távközlés céljára alkalmazható frekvencia-sávokat a Nemzetközi Rádiószabályzat

(genf, 1979.) írja elő. A kijelölt frekvenciasávok legnagyobb része egybeesik a földfelszíni rádiórelé összeköttetések létesítésére kijelölt frekvenciasávokkal. Ennek következtében a műholdas távközlő rendszerek és a földfelszíni rádiórelé rendszerek közötti interferencia megengedhető szinten való tartása érdekében különleges technikai intézkedésekre és nemzetközi szabályozásra van szükség. Ezek az intézkedések a műhold által hatásosan kisugárzott izotrópikus teljesítmény fluxus sűrűségének földfelszíni értékét, továbbá a műhold és a földi állomások antennáinak irány-karakterisztikáit szabályozzák. Hasonló korlátozásokat vezetett be a műholdas távközlő rendszereket zavaró földfelszíni rádióhírközlő berendezésekre is.

Interferencia keletkezik a műholdas távközlő rendszerek között és a rendszereken belül is. A rendszerek közötti interferenciát a műholdak közötti pozíció-távolsággal, a fedélzeti és a földi állomás antennák iránykarakterisztikáinak korlátozásával, továbbá interferenciátűrő feldolgozási-jeltovábbítási módszerek és keresztpolarizáció alkalmazásával tartják kézben. A műholdas távközlő rendszereken belül interferencia elsősorban közöcsatornás-interferencia, amely akkor lép fel, ha TDMA rendszerekben több fedélzeti retranszlátor ugyanazon a frekvencián üzemel.

Mind a műholdas távközlő rendszerek közötti, mind az ezeken belüli interferencia kompenzálására az alábbi módszereket fejlesztették ki az elmúlt évek során:

- a) a földi állomás/műhold antenna mellék-nyaláb-jainak szabályozása,
- b) optimális vlvőfrekvenciakiosztás,
- c) megfelelő moduláció/hibajavító-kódolás,
- d) földi állomás/műhold összeköttetés linearizálása,
- e) fedélzeti regenerálás.

A műholdas távközlő rendszerek közötti interferencia a geostacionárius műhold-pálya kihasználására közvetlen hatást gyakorol, mivel az interferencia mértéke befolyásolja a szomszédos műholdak között megengedhető minimális szög-távolságot (ez a jelenlegi gyakorlatban  $4^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ). A geostacionárius műhold-pálya optimális kihasználására az alapvető megoldást a műholdak közötti összeköttetések alkalmazása fogja jelenteni.

### *Technológia, megbízhatóság, költség*

A műholdas távközlő rendszerek első generációjának műholdjai mérsékelt teljesítményűek és méretűek voltak. A földi állomásaik pedig nagyméretű antennákat (antenna átmérő 32 m), nagy teljesítményű adókat (több kW) és hűtött klszajú parametrikus erősítőket alkalmaztak.

A 70-es évek folyamán a távközlési műholdak méretben és bonyolultságban gyorsan növekedtek, ugyanakkor megbízhatóságuk, élettartamuk és adóteljesítményük is jelentősen növekedett, aminek következtében lehetőség nyílt a földi állo-

mások antenna méretének és ezzel együtt költségeik jelentős csökkentésére is.

A 80-as évek fő tendenciái, a 70-es években kitűzött és elért célok folytatásán kívül a rendszerkapacitás jelentős növelése a sáv szélesség és a teljesítmény maximális kihasználásával, valamint új frekvenciasávok (14/11 GHz) alkalmazása. További kutatási feladatokat jelent a fedélzeti feldolgozás fejlesztése, a műholdak közötti összeköttetések létesítésének elméleti és kísérleti munkái, a műholdak élettartamának további növelése hosszú élettartamú fedélzeti eszközök felhasználásával, TDMA rendszerekben egy távközlési műholdon a frekvenciaújrafelhasználás 8-20-szorosra növelése különböző polarizációjú, több-nyalábú fedélzeti antennák alkalmazásával.

Magyarországon az Interkozmosz sokoldalú nemzetközi műszaki-tudományos együttműködés keretében folyik kutatási-kidolgozási tevékenység, amely egyrészt az űrtávközlésben résztvevő berendezések kidolgozására, másrészt a 10-30 GHz-es frekvenciatartomány űrtávközlési célú felhasználására irányul. Kidolgozásra és kissorozatú gyártásra került az "Intercsat" távbeszélő csatornaképző berendezés, amely az Intersputnyik Nemzetközi űrtávközlési Rendszerben kis és közepes forgalmú földi állomások közötti távbeszélő összeköttetések létesítésére szolgál. Az elméleti kutatási munkák a feldolgozási-jeltovábbítási, továbbá több-földiállomás hozzáférési módszerek keresésére és optimalizálására terjednek ki, amelyek a fedélzeti retranszlátorok jeltovábbítási kapacitásának és hatásfokának, valamint a hozzáférés rugalmasságának növelését célozzák. Vizsgálatok folynak az elektromágneses kompatibilitás, a mozgáskompenzált képjel feldolgozás, stb. kérdéselben is. Célszerű az Interkozmosz tevékenységében való hazai részvételt tovább folytatni és támogatni.

### Irodalom a 4. fejezethez

- [1] Park, C. A. (Plessey): Coherent optical system for telecommunications, *Comm. Eng. Int.*, Oct. 1987.
- [2] Rowbotham, T. R.: Trends in the optical communication, Vol. 2/1, pp. 382-387, Geneva, 1987.
- [3] Wismeljer, A.: Gigabit/s transmission system on optical fibres, *Ibidem*, Vol. 2/II, pp. 167-171.
- [4] Bacham, P. K.: Dispersion flattened and dispersion shifted single-mode fibres, worldwide status, *European Conf. on Optical Comm. Barcelona*, 1986.
- [5] Lajtha Gy. - Szép I.: Fénytvkzölő rendszerek és elemeik, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1987.
- [6] MTA-TRB: A fotonika fejlődési irányai, Tudományos helyzetkép, Budapest, 1988.
- [7] Noguchi, T. - Daido, Y. - Nossek, J. A.: Modulation techniques for microwave digital radio, *IEEE Communications Magazine*, Vol. 24, No. 10, pp. 21-30, Oct. 1986.
- [8] Macchi, R. et al.: Design considerations and performance of a newly developed QAM digital radio family, *European Conf. on Radio-Relay*, Munich, Oct. 1987, pp. 113-120.
- [9] Beaupre, D. M., Le-Ngoc, T., Zavitz, H. J.: A new point-to-multipoint microwave radio system, *ISSLS 1984*, Nice, France, Vol. 1., pp. 47-51.
- [10] Battistig G. et al.: A simple point-to-multipoint subscriber radio system in the 1.5 GHz band, *ICC'85*, Chicago, 111. 1985. Vol. 2.



- [11] Frosch, R. A.: Space telecommunications applications to the year 2000 and beyond. 3rd World Telecommunication Forum, Geneva, 1979.
- [12] Hlgerelst, F.: Modern telecommunication services via satellites, Internat. Conf. on Communication Technology, Nanjing, China, 1987. p. 584.

## 5. Kapcsolástechnika

A kapcsolástechnikában az utóbbi 20 évben a tárolt program vezérlés (TPV) és az időosztásos kapcsolás térhódítása volt meghatározó. A központok intelligenciája az előfizetői szolgáltatások széles választékát teszi lehetővé. Még jelentősebb az előrelépés az üzemeltetési szolgáltatások terén: a központok távfelügyelhetők, számítógépes fenntartási rendszerbe vonhatók, a forgalmi viszonyok valós idejű ellenőrzését és ezzel a hálózati irányítás (network management) feltételeit biztosítják. Rurál környezetben is gazdaságosan alkalmazható rendszerek jöttek létre [1]. A jelen és a jövő fő fejlődési irányát a csomagkapcsolás különböző változatainak a térhódítása jellemzi [2].

*A fejlődés külön útját járták egészen napjainkig a távbeszélő kapcsoló központok, valamint a vonalkapcsolt távíró és adatkapcsoló központok.* Ez utóbbiak az átvilendő információ jellegénél fogva viszonylag könnyen digitalizálhatók voltak. Az átkapcsolandó soros bitfolyam sebességétől függően e központok kapcsolómezeje egyszerű mintavételezéssel vett mintákat, jelátmenetkódolással lokalizált jelátmeneteket, vagy szinkron vett jelmintákat kapcsol. A szinkron kapcsolás a kapcsolómező, az átviteltechnika és a végberendezések szinkronizálását teszi szükségessé, emiatt létrejöttek a szinkron adathálózatok. Viszonylagos gyors feljutás után megtorpant a vonalkapcsolt adathálózatok fejlesztése, mivel a technológiailag fejlődés a csomagkapcsolás, majd az ISDN lehetővé tételével előnyösebb megoldásokat kínál (l. még 8.1. alfejezet).

A számítógéphálózatok létesítésének igénye hozta létre az ezen hálózatok számára igen előnyös *csomagkapcsolási elvet*. A CCITT 1976 óta folyamatosan bocsát ki csomagkapcsolásra vonatkozó új ajánlásokat. A csomagkapcsoló központokat a kapcsolási teljesítmények növekedése jellemzi: a Northern Telecom DPN 100 központja 30.000 előfizetői vonal csatlakozással és 30.000 csomag/s átviteli kapacitással rendelkezik, míg a Siemens EWSP központja másodpercenként 40.000 csomagkapcsolására képes.

A csomagkapcsolás nehezen integrálható a vonalkapcsolt alaplíniákódú keskenysávú ISDN-be, ezért a csomagkapcsolt adathálózatok fejlődése töretlenül folytatódik az ISDN-korszak elején.

### 5.1. Digitális időosztásos vonalkapcsolás

A telefonbeszélgetések és a nem-beszéd jellegű információk vonalkapcsolására egyaránt alkal-

mas rendszerek létesítésére a nyolcvanas évek technológiája teremtette meg a műszaki-gazdasági alapokat [2-4].

### Kapcsolómező

Az impulzus kód-modulációs (PCM) eljárás telefonközponton belüli alkalmazása jelenti az integrált kapcsolástechnika bevezetésének első lépését. A jelenlegi PCM kapcsolástechnika időosztásos elven alapul: a rendszer időben egyenletesen osztja el a rendelkezésre álló, többszörösen kihasználható elektronikus eszközöket a pillanatnyi igénybevevők között. A PCM kapcsolástechnika alapelemei időbeli és térbeli kapcsolást végző elemek, ún. T-, illetve S-kapcsolók. Ezek alkalmazásával blokkolásmentes kapcsolórendszereket lehet létrehozni. A megoldás a hagyományos vonalkapcsolás elveinek felel meg, csak korszerűbb, időosztásos formában megvalósítva. A kapcsolómezők tipikusan 2 Mbit/s sebességű jelfolyamokat fogadnak és 64 kbit/s sebességű beszédcsatornákat kapcsolnak. A digitális kapcsolómezők előfizetői- és trónkvonalak kapcsolását egyaránt elvégzik.

A PCM eljárásra épült digitális kapcsolóközpontokban különböző célú VLSI áramköröket alkalmaznak. Ezek segítségével nemcsak a központ elektronikus kapcsolómezőjét, hanem az előfizetői- és a trónk-áramköri csatlakozásokat is digitálisan, nagy megbízhatósággal, viszonylag olcsón lehet kialakítani.

### Vezérlés

A két legáltalánosabb vezérlési architektúra a duplikált, nagyteljesítményű központi processzor periféria-processzorok (pl. DMS-100), illetve az elosztott vezérlés, a hierarchikus processzorszervezés háttérbe szorításával (pl. System 12). A korábbi TTL-Schottky processzorok helyett előretörnek a nagyteljesítményű kereskedelmi mikroprocesszorok. A rendszerek vonalkapacitása (1000.000-350.000) és kapcsolási teljesítménye növekszik. A jelenleg nagyteljesítményűnek számító központok BHCA, azaz kezelhető forgalmas órai hívószám értéke 800.000 az AXE 10 esetén APZ 212 központi processzorral; 1.200.000 az EWSD-nél CCP 113 koordinációs processzor elrendezéssel.

### Kapcsolás decentralizálása

A digitális kapcsolástechnikában jelentős gazdasági előnnyel járhat az előfizetői egységek kihelyezése az előfizetői csoportok közelébe. A kihelyezett előfizetői fokozatok a koncentrációs funkciókn túlmenően legalábbis szükség esetében belső kapcsolási feladatokat is elvégeznek. A kihelyezett egységek az anyaközpontokhoz tipikusan csillagrendszerben csatlakoznak, de léteznek fel-

fűzéses (multi-drop) megoldások is. A korszerű, optikai szálal alkalmazó átviteltechnika lehetővé teszi, hogy az előfizetői elosztóhálózat buszrendszerként alkosson, és erre a buszra intelligens, sokszolgáltatású terminálok csatlakozzanak. Ekkor a kihelyezett koncentrátor kapcsolási funkciója szétszórható a terminálok között [5].

### Tárolt program vezérlés, közös csatornás jelzés

A digitális kapcsolórendszerek működtetésére az egyetlen célszerű megoldás a tárolt-programú vezérlés (TPV) alkalmazása. Ennek a módszernek a kapcsolástechnikába való bevezetése azt is jelenti, hogy a hálózatot alkotó TPV kapcsolóközpontok közötti jelzések átvitelére is új megoldást, az ún. közös csatornás jelzésátvitelt (CCS) célszerű alkalmazni. A hagyományos, áramkörökhöz rendelt jelzéstechika már nem alkalmas arra, hogy segítségével teljes mértékben ki lehessen használni az új rendszerek képességeit. A TPV technika által nyújtott szolgáltatási lehetőségek nagy száma és a szolgáltatások intelligenciája megnövelte a jelzésrendszerrel szembeni igényeket mind kapacitásban, mind pedig átviteli sebességben. A közös csatornás jelzésrendszer teljes egészében illeszkedik a vezérlő számítógépek igényeihez és lehetőségeihez. Ennek megfelelően egyre nagyobb jelentőségű lesz a TPV központokból felépített digitális hálózatokban. A CCITT a 7-es jelzésrendszert ajánlja közös csatornás alkalmazásokhoz. A digitális távbeszélő hálózat felhasználásával épül ki a kapcsoló központok közös csatornás jelzésforgalmának a lebonyolítására a csomagkapcsolt működésű közös csatornás jelzési hálózat.

A TPV rendszerek a hagyományos híváskezelési, karbantartási és üzemeltetési feladatokon kívül különböző kényelmi lehetőségeket kínáló szolgáltatásokat nyújtanak mind az előfizetők, mind pedig az üzemeltető személyzet számára. A számítógéppel támogatott vezérlés az említettekén kívül még jelzésátviteli, jelfeldolgozási és jelzésillesztési funkciókat is ellát. Ebből következően a hálózat intelligenciájának és a szolgáltatások számának a növekedésével a vezérlő szoftver mérete és bonyolultsága is növekszik.

A kapcsoló modulok elosztott alkalmazása következtében a híváskezelő funkciók nagy része a hagyományos kapcsolóközpontból annak periferiára kerül ki. A decentralizálás kiterjed az operációs rendszerre is: egy folyamat részfolyamatai különböző, egymástól távol működő regionális, ill. központi processzorokban futtathatók.

A vezérlő szoftver új, többszintes struktúrája kezd kialakulni. Az ismétlődő és időérzékeny feladatok végzését célprocesszorokra (hardverre) bízzák, a szoftver a nem időérzékeny feladatokkal foglalkozik, többszintű felépítése pedig illeszkedik a szolgáltatások megvalósításához.

A kapcsolás- és vezérléstechnika fejlődési irányai egy homogén, sok-szolgáltatású hálózat igényének megfelelő irányba mutatnak. Várható, hogy ennek a fejlődésnek az eredményeként a kapcsolóközpont eredeti feladatköre - előfizetői oldalról nézve - átalakul, és funkciói elosztva jelennek meg a hálózat különböző részeiben. Ezzel megváltozik majd a hálózat egyes elemek (kapcsolás, átvitel, feldolgozás, stb.) jellege is. Ugyanakkor megjelennek olyan újabb szolgáltatási funkciók, amelyek centrális jellegűek, mint pl. az adatbankok kezelése (l. még 7.1. alfejezet 8. pont).

### 5.2. Elosztott csomagkapcsolás

A csomagkapcsolás diadalútjának egyik jelentős állomása a *lokális hálózatok* (LAN = Local Area Network) létrejötte. Közös jellemzője a kialakult LAN rendszereknek a kapcsolási funkció elosztottsága, amely a kiszolgált állomások között információt szállító közös hordozó közeg versenyalapú elérésével valósul meg. A LAN-ok kezdetben adatátviteli célokra jöttek létre, de alkalmazási körük kibővült és jelenleg az épületen és telephelyen belüli integrált irodai távközlésben teljesértékű vetélytársai a többszolgáltatású és ISDN alközpontoknak [6,7]. Két alapvető LAN-technológia honosodott meg:

- az *a/apsávi token ring*, amely egy digitális "zseton" (token) továbbadása útján vezérli a közege hozzáférést. A token birtoklása a közeg használati jogát jelenti; elnevezésének megfelelően a hálózat gyűrű elrendezésű;
- az *alapsávi* vagy *szélessávú*, általában 10 Mbit/s sebességű Ethernet, amely a buszra felfűzött állomásoknak megengedi a közegbe adatcsomag beadását bármikor, amikor más állomás nem folytat adatátvitelt a közegen. Az alkalmazott közege hozzáférést szabályozó (arbitrációs) módszer az ütközések detektálására alapul a CSMA/CD elv (Carrier Sence Multiple Access with Collisions Detection).

Mindkét elvet szabványosította az ISO az OSI modellbe illeszkedően (ISO 8802). Az Ethernet részletes specifikációja az IEEE 802.3, ill. ISO 8802.3, a token ringé az IEEE 802.5, ill. ISO 8802.5 szabványokban található. Míg azonban a hivatkozott szabványok az OSI modell 1. és 2. szintjét megfelelően szabályozzák, a 3. (hálózati) réteg megoldására számos változat található. A token ring hálózati programjai közül a legismertebbek az IBM Netbios és Novell cég Netware csomagjai. Az Ethernet alkalmazók a Xerox eredetű XNS és az UNIX operációs rendszer által támogatott TCP/IP hálózati szintű protokollok közül választhatnak. Az IBM cég SNA számítógéphálózati architektúrája a token-elvű LAN-t integrálja, míg a DEC cég DNA architektúrája az Ethernetet.

A LAN és a klasszikus központos technológia vetélkedése az *irodatávközlés* terén a LAN-ok térhódítását eredményezte. A statisztikus kapcsol-

lástechnika eredményeivel előtérbe hozták a LAN típusú működés szélesebb körű alkalmazásának a kutatását, pl. az ISDN hálózatokban. A LAN-ok Irodátávközlési jövője attól függ, hogy a csomagműködésmód hogyan képes a beszédkapcsolatokat gazdaságosan ellátni. A következő évtizedben várhatóan az Irodal távközlés digitális központ és LAN alapú megoldása egymáshoz közeledik [6].

### 6.3. Szélessávú kapcsolás

Valószínű, hogy a ma kialakulóban lévő vonal és csomagkapcsolásos hálózatok a jövőben egységes módszereket alkalmazó sok-szolgáltatású hálózattá (multiservice network = MSN) alakulnak át. A legutóbbi időszak műszaki fejlődése, különösen a fónyttechnika és a mikroelektronika területén bekövetkezett fejlődés, teljesen új módszerek megjelenéséhez vezethetnek. Várhatóan olyan nagysebességű kapcsoló elemek lesznek megvalósíthatók, amelyekkel szélessávú (kép, nagysebességű adat, stb.) kapcsolására alkalmas rendszerek fognak létrejönni [7,8].

A kapcsolt távközlési szolgáltatások iránti igény igen széles sebességtartományt fog át. A keskenysávú ISDN csak a ma már kisebb sebességűnek nevezhető, a kb. 0,1 Mbit/s sebességig terjedő szolgáltatásokat kezel (telemetria, adat és szövegkommunikáció, beszédátvitel). A közepes sebességtartományba (1-10 Mbit/s) a HI-FI digitális hang kapcsolása, a videotelefon és az adat/képkapcsolás tartozik. Az 50-1000 Mbit/s sebességeken TV, nagy felbontású TV, adat- és képjelek kapcsolása történik. Mindezek a kapcsolási igények kielégítendőek a szélessávú ISDN-ben (l. még 9.2. alfejezet). Az ismert kapcsolási elvek közül a vonalkapcsolás - bár a sebességi követelmények kielégítésére alkalmas - igen merev a nagy sebességkülönbségek egy kapcsolórendszerben történő kiszolgálása szempontjából. Az igényt olyan kapcsolási elv elégítheti ki, amely hatásonosan kezel az igen eltérő átlagos sebességű és statisztikus tulajdonságú jelfolyamokat.

A legnagyobb rugalmasságot az összeköttetés nélküli (connectionless) csomagkapcsolás, a datagram kapcsolás jelenti, azonban magas processzási ráfordítás árán. A jövő szempontjából sokat ígérnek az újabb aszinkron transzfer módú (asynchronous transfer mode = ATM) kapcsolás gyűjtőnévvel hivatkozott megoldásváltozatok (csomó /burst/, gyors csomag, aszinkron időosztásos kapcsolás), amelyek mindegyike biztosítja az erősen eltérő sebességű jelek egyetlen kapcsolóműben (switching fabric) történő jó hatásfokú kapcsolását. E módszeréknél a bemeneti jelek viszonylag rövid csomagokban (burst, blokk, cella) kerülnek időben egymást követően átvitelre a csomagok fejrészében elhelyezett cím alapján. A kapcsolóművek önrányítók (self routing), azaz a kapcsolómű bármely kimenetének a címe egyetlen útvonalat határoz meg a kapcsolóművön át

annak bármely bemenetétől. Ezzel a megoldással csökken a csomagkezelési ráfordítás, mivel miután a hívásfeldolgozó funkció meghatározta a végződés címét, a kapcsolómű önállóan irányítja a következő csomagokat a kapcsolómű kívánt kimenetéhez [9, 10].

A reallítás jelenleg hibrid kapcsolóművek felé mutat, melyekben elektronikus keresztpontokban megvalósuló vonalkapcsolással kapcsolódnak a nagyfelbontású TV és hasonló tulajdonságú jelek, de a kb 100 Mbit/s-ig terjedő tartományban a csomagkapcsolás valamelyik variánsként megjelenő statisztikus kapcsolást alkalmazzák.

### 5.4. Digitális csatorna-rendezők

Az utóbbi években az elektronikus kapcsolórendszerek új kategóriája jelent meg. A digitális helyi és tranzit központokban, valamint átviteli létesítményekben a hagyományos vonalrendező keret helyén digitális csatorna-rendező (DCS, DACCS) kap helyet, amely a PCM átvitelnél szokásos 64 kbit/s-os csatornákat (egyenként vagy csoportosan) szótosztja az igényeknek megfelelően a központ különböző pontjai között. A központ kapcsolómezeje lehet akár vonal, akár csomagkapcsolt. A digitális csatorna-rendezők intelligens kvázi permanens kapcsoló berendezések, szoftver úton vezérelhetők, és elvégzik a csatornáknak a hálózat logikai szerkezete szerinti irányokba való elosztását, valamint azok formátum szerinti szervezését. Ugyanezek az egységek - moduláris felépítésük következtében - alkalmasak arra is, hogy forgalomirányítási és forgalomvezérlési feladatokat lássanak el, szükség esetén átkonfigurálják a hálózatot. A DCS berendezések a digitális alaphálózat kulcsfontosságú elemévé lépnek elő.

### Hazai lehetőségek és feladatok

A távbeszélő kapcsolástechnika terén a hazai tudományos feladatokat alközpontos és főközpontos területekre érdemes szétválasztani. Alkőzpontos területen a kutatási és fejlesztési erőök megfelelő koncentrációjával és a feltételek megteremtésével reális lehetőség van nemzetközi mércével is számottevő tudományos eredmények és ezekre épülő ipari termékek létrehozására. A nyilvános hálózat főközpontjai és tranzit központjai terén az önálló hazai fejlesztés megalapozatlansága miatt a kutatás célja elsősorban az kell legyen, hogy a hazai kultúra képes legyen befogadni a digitális TPV technológiát. Az alapozó kutatások három fő irányát célszerű kijelölni: felkészülés TPV rendszerek gyártására, optimális alkalmazására, valamint számítógéppel támogatott, centralizált üzemeltetésére.

A nem-beszéd szolgáltatások kapcsolástechnikája terén az adatátviteli és integrált LAN-ok és a csomagkapcsoló és protokoll illesztő eszközök kutatásfejlesztése - az eddigi eredményekre építve

ve - egy követő típusú fejlődés reális esélyét kínálják.

#### IRODALOM AZ 5. FEJEZETHEZ

- [1] Nicolaidis, E.: The changing world of telecommunications. ITU Seminar on Transition from analogue to digital networks including ISDN. Lisbon, 1986.
- [2] Viskers, R., Villmansen, T.: The evolution of telecommunications technology. Proc. IEEE, Vol. 74. No. 9. Sept. 1986.
- [3] Leahey, D. M.: Some possible trends in public telecommunications switching. British Telecommunications Engineering, Vol. 6., No. 2. July 1987.
- [4] Ohtsuki, K., et al.: A new switching system architecture for the 1990's. 5th Telecom Forum, Geneva, 1987.
- [5] Staehler, R. E., et al.: Advances in remote switching concepts., ISS'84. No. 33. Florence, 1984. B. 3.
- [6] Logica Ltd.: Digital PBXs in Europe. Logica, UK., 1985.
- [7] Kashwamura, T., et al.: Models and communication technology for enterprise information network systems. ISS'84. No. 43 C. 5. Florence, 1984.
- [8] Blackmore, R. W., et al.: An optoelectronic exchange of the future, ISS'84, No. 41. A. 4. Florence, 1984.
- [9] Armbruster, H., et al.: ISDN and broadband ISDN - Taking up the challenge of the future. Int. Conf. on Communication Technology, Nanjing, China, 1987.
- [10] Eklundh, B., et al.: Asynchronous transfer modes. Options and characteristics. 12th ITC, No. 1. 3. A. 3. Torino, June 1988.

## 6. Mobil távközlés

A mobil távközlés rádióhullámok segítségével történő távközlést jelent mozgó és/vagy állandó helyű állomások között. A mikroelektronika fejlődése folytán gazdaságosan megvalósíthatók azok a hálózatok építési elvei, amelyek nagyszámú felhasználó igényeinek, távlatilag mobil ISDN szolgáltatásoknak kielégítését is lehetővé teszik. A mobil távközlés területén szolgáltatásukat tekintve alapvetően két hálózattípus különböztethető meg:

a) rádiótelefon hálózatok (nyilvános vagy zártcélú mozgó és/vagy állandó helyű telepítésű, beszéd és mindinkább nem-beszéd szolgáltatást nyújtó hálózatok kétirányú átvitelre);

b) személyhívó hálózatok (ritkán beszéd, inkább kódolt jelzések, üzenetek továbbítását biztosító mozgószolgálati hálózatok, főként egyirányú átvitelre).

A helyzetkép a földi mobil szolgálatokra szorítkozik, a légi és tengeri mobil távközléssel nem foglalkozik.

### 6.1. Rádiótelefon rendszerek

A rádiótelefon hálózatok a hagyományos (500 MHz alatti és a magasabb 900 MHz-es) frekvenciasávokban üzemelnek. Felvetődik már az 1000 MHz feletti frekvenciák használatának szükségessége is, az ezredforduló előtt azonban még nem várható alkalmazásuk.

A hálózatok építési módszerek a rendelkezésre álló frekvenciatartomány minél jobb kihasználását célozzák. Az adóteljesítmény csökkentésével a frekvenciák kisebb távolságon belül használha-

tók fel újra, de a hálózat működtetése bonyolódik. A hagyományos rendszerek kapacitása korlátozott az alkalmazott nagy cella méretek miatt. A problémát a cella méret csökkentése oldja meg (minél kisebbek a cella méretek, annál többször kiosztható ugyanaz a frekvencia). A *kiscella* technológia a kapcsolás-, az átvitel-, a számítás- és a rádiótechnika együttműködő kombinációjára épül. Az első három túlnyomón digitális, a rádiótechnika jó részét még analóg a jelenlegi (1. generációs) rendszerekben. A következő évtized közepe táján bevezetésre tervezett cellás hálózatok (2. generációs rendszerek) tiszta digitális megoldásúak lesznek [1-6]. A rádiótelefon rendszerek nyilvános és/vagy zártcélúak lehetnek, általában csatlakoznak a nyilvános kapcsolt távbeszélő hálózat-hoz (PSTN), diszpečer rendszerek esetében attól részben vagy teljes mértékben elkülönülnek. Földrajzi kiterjedésük lehet helyi, körzeti vagy országos, melyben helyi, körzeti vagy országos (utóbbi esetben nemzeti vagy nemzetközi) mobilitás biztosítható.

A mozgószolgálati cellás szerkezetű rendszerek közös tulajdonsága, hogy:

- a rendszer automatikusan követi és rögzíti a mozgó előfizető helyzetét (location registration) és mindenkor helyére irányítja a hívásokat. A mozgó előfizető a rendszerben, ill. a rendszerek között bolyongásra képes (roaming);
- mozgás közben a hívás áttehető egyik csatornáról, ill. bázisállomásra a másikra anélkül, hogy az előfizető ténne valamit vagy észrevenné az átkapcsolást.

A nyilvános cellás rendszerekben a távbeszélő szolgáltatáson túl már az 1. generációs rendszerekben is terjed a személyi kommunikációs szolgálat (hordozható telefonok segítségével), továbbá váltakozó adat és beszédátvitel lehetséges. A 2. generációs rendszerekben megjelennek az integrált telex, teletex, fakszimile, vonal- és csomagkapcsolt adatátviteli szolgáltatások.

A zártcélú rendszereket a termelés, ill. munkairányítás terén járműállománnyal rendelkező felhasználók alkalmazzák beszéd- és adatátvitel céljára. Ezekben nyilvános távbeszélő szolgálat egyáltalán nem vagy csak korlátozottan lehetséges. Perspektivikusnak csak a nyálabolt és cellás zártcélú rendszerek tekinthetők, melyekben összevonják a különféle felhasználókat.

A kiscella technológia jövőbeli fejlesztése egyrészt a kapacitásnövelést, másrészt az alkalmazások szélesítését célozza. Kapacitásnövelés terén a cél:

- cellaméret csökkentés, melynek a keletkező interferenciák miatt határai vannak;
- további frekvenciák felhasználása, a frekvenciasáv kiterjesztése;
- újabb frekvenciagazdaságos módszerek, többszörös hozzáférési (FDMA, TDMA, CDMA) technikák, kis sebességű beszédkódoló (SBC, SPC, RELP, MPLPC) eljárások alkalmazása.

A cellaméret-csökkentés és a frekvenciasáv kiterjesztése a magasabb tartományokba együtte-

sen a mikrocellás (épület kiterjedésű) rendszerekig vezet el. Ezek megvalósítása a számítás- és kapcsolástechnikai megoldások erőteljes továbbfejlesztését igényli.

Alkalmazás terén a fejlesztés irányai:

- modern, kisméretű és többfunkciójú jármű felhasználású előfizetői terminálok;
- könnyű kisméretű, hordozható előfizetői készülékek;
- mozgó pénzbedobós, esetleg mozgó PABX berendezések;
- adatátviteli funkciók növelése;
- ISDN kompatibilis rendszer kialakítása, az ISDN szolgáltatások kiscellás kiterjesztése.

A felsorolt fejlesztésekkel alakulnak ki a 2. generációs kiscellás rendszerek. Ezek egységes (jelenleg GSM-mel hivatkozott) követelményrendszerét 1987-88-ban alakította ki a nyugat-európai országok CEPT szervezete. A CEPT egy páneurópai digitális földi mobil rádiókommunikációs rendszer létesítésére tett javaslatot az Európai Gazdasági Közösség támogatásával. A CEPT koordinálja a vonatkozó kutatásokat (COST Project 207) és a követelményrendszer kidolgozását (GSM-Group Special Mobile). Az új, cellás szerkezetű digitál rendszer (CADN = cellular access digital network) nem elszigetelt speciális célú mobil rádióhálózat lesz, hanem a vezetékes hálózat kiegészítőjeként jó minőségű vezeték nélküli hozzáférést biztosít a PSTN-hez, ill. az integrált digitális hálózathoz, majd az ISDN-hez. A cellás ISDN-ben közelítőleg azonosak lesznek a szolgáltatások és azok minősége, mint a fix hozzáférésű ISDN-ben. A CADN tulajdonképpen egy mobil hozzáférésű átfedő hálózat lesz a fix hozzáférésű hálózat felett. Megjegyzendő, hogy a fix hozzáférést a CADN biztosíthatja olyan rurális területeken, ahol a vezetékes hozzáférés nem gazdaságos vagy nem áll rendelkezésre.

A jövőben olyan

- nyilvános célú (PLMN, nyilvános földi mozgó hálózat)
- csoportos zártcélú és
- lokális felhasználású (Mobile Local Area Network)

mozgószoigálati hálózatok alkalmazására lehet számítani, melyeket az ISDN-re vonatkozó CCITT irányelvek szerint terveznek. A zárt felhasználói csoportok saját hálózatukból átléphetnek ezekbe az ISDN kompatibilis PLMN hálózatokba. A cellás mobil rádiótelefon hálózatok tervezése egyrészt önálló feladat, másrészt a nyilvános távbeszélő hálózathoz való kapcsolódása és annak extenzív kihasználása új problémákat hoz felszínre [2, 6].

Magyarországon a PSTN-hez történő csatlakozás szerint kétféle felhasználást különböztetünk meg: tiszta nyilvános célú és vegyes zártcélú (diszpécser).

A tervezett országos PLMN - főként a fővárosban és a nagyvárosokban - nagy előfizetői sűrűségű területek mozgó távbeszélő ellátottságát oldja meg a 450 MHz-es sávban kiscellás szerkezettel

[7]. Folyamatban van hagyományos állandóhelyű kiskapacitású hálózatok létesítése (450 MHz-en), amelyek kis előfizetői sűrűségű települések PSTN-be történő bekötését teszik lehetővé. Egy állandóhelyű cellás nagykapacitású hálózat várhatóan a 900 MHz-es sávban fog működni a fővárosban.

A hazai tervezett országos diszpécser célú rendszer túlnyomóan belső zártcélú és korlátozottan nyilvános célú távbeszélő szolgáltatást biztosít jármű állománnyal rendelkező felhasználók részére. A zártcélú fejlesztésekhez a később kiscellásítható közös bázisú mozgó távközlési rendszert alkalmazzák a hagyományos sávok valamelyikében [8].

Hazánkban jelenleg még nem engedélyezett a 900 MHz-es sáv mozgó és állandóhelyű rádiótávközlésre való felhasználása (kivéve a kishatókörzetű zsinór nélküli távbeszélő szolgáltatást). Kutatás és tervezés (hálózat és frekvenciatervezés) azonban folyik és intenzíven folytatandó a sáv jövőbeli alkalmazásának előkészítéseként.

A páneurópai digitális mobil hálózathoz való jövőbeli csatlakozás feltétlen szükséges, ennek érdekében elengedhetetlen a CEPT-GSM tevékenységének nyomonkövetése.

## 6.2. Személyhívó rendszerek [9]

Változatos rendszerkialakítási módok ismeretese. Lehetnek induktív (10-150 kHz) és elektromágneses (27-900 MHz) elven, kis (5 km<sup>2</sup>) és nagy (város, megye, ország méretű) területen működő, egy vagy több üzemeltetési feladat elvégzésére alkalmas rendszer- megoldások. A nagy kiterjedésű rendszerek főleg személyhívásra, a kis kiterjedésű rendszerek pedig riasztásra, jelzésre, felügyeleti célra, stb. használhatók.

A külön személyhívó hálózatok rendszertechnikai felépítése egyre összetettebb, megfigyelhető a spektrum jobb kihasználását célzó megoldások alkalmazása. Az egyszerű helyi rendszerek multiplikálásával nagyobb területen több vevő szolgálható ki. A nagy kiterjedésű rendszerek a nyilvános kapcsolt távbeszélő hálózathoz kapcsolhatók, több országra is kiterjeszthetők.

Az analóg személyhívó rendszerekben a jelzés hangsorozattal (max. 30 hang/s), a digitális rendszerekben adat bitsorozattal (tipikusan 600 bit/s) történik. Az előbbi megoldások esetén hívásismétléssel, utóbbiaknál hibafelismerő és javító kód alkalmazásával növelik a hívásbiztonságot.

Mind a helyi, mind a nagy kiterjedésű hívószolgálat terén jellemző a flexibilis, modulrendszerű kiépítés, továbbá a nagyobb hívósebességű és kapacitású digitális rendszerek terjedése.

Az analóg rendszerben (2, ill. többhangú) frekvenciakód eljárással legfeljebb 1000 vevőt szolgálhatnak ki (10, 100, 1000 fokozatokkal). A digitális rendszerek tipikusan 1000-nál több személyhívó vevőt szolgálhatnak ki (1000, 10.000, 100.000 fokozatokkal). A helyi digitális személyhívók BCD és

bináris kódot alkalmaznak. A nagyterületű (országos és nemzetközi) digitális rendszerekben alkalmazható kódrendszerekre a CCIR ajánlásokat és kiválasztási szempontokat dolgozott ki.

A klasszikus megoldású európai rendszerek az 500 MHz alatti sávokban működnek, míg a korszerű, nagy területű digitális rendszerek a 900 MHz-es frekvenciatartományban létesülnek. Hazánkban nem tervezik a külön hálózatot igénylő személyhívó rendszer építését. (Az FM műsorszóró hálózat másodlagos kihasználásán alapuló személyhívó rendszerrel kapcsolatosan l. a 3.1. alfejezetet.)

#### IRODALOM A 6. FEJEZETHEZ

- [1] Mobile Comms. Systems, ISS'84. (32. B Session) Florence, 1984.
- [2] ASIA Telecom'85.: World Telecom. Forum, Spec. Session on ISDN and Mobile Communications. Singapore, 1985.
- [3] Spec. Issue on Nordic Cellular Mobile Telephone System. Personal Comms., Sept., Oct. 1983.
- [4] Failli, R., Guisto, P. P.: Alternative Architectures for a European Digital Mobile Radio System in the 900 MHz Band, CSELT Tech. Rep. 1985. April.
- [5] Future Land Mobile Telecommunication System, CCIR Draft Report, IWP 8/13-27, June 1986.
- [6] Clark, D. J. Intergration of cellular networks with the U.K. PSTN. 3rd Internat. Networks Planning Symp. pp. 63-66. Innisbrook, Florida, 1986.
- [7] Ókrös Tiborné, Oprics Gy. és mások: URH nyilvános célú országos automata rádiótelefon hálózat rendszerének specifikálása, I-III. kötet, PKI tan. Budapest, 1985.
- [8] Ókrös Tiborné, Oprics Gy. és mások: URH diszpečser célú országos automata rádiótelefon hálózat rendszerének specifikálása, IV-V. kötet, PKI tan. Budapest, 1985.
- [9] CCIR Report on Radlo-paning System. Vol. VIII-1 Dubrovnik, 1986.

### 7. Hálózatok felépítése és tervezése

Az új technológiák a hálózatok szerkezetének, felépítésének újragondolását igénylik a potenciális lehetőségek minél teljesebb kihasználása végett. A digitális technika, a szoftver technika és a fényvezető technika radikális változásokat követel a távközlő hálózatok felépítésében és tervezésében: megfelelő hálózatszerkezettel a szolgáltatások minősége, a hálózat gazdaságossága nagy mértékben javítható.

A távközlő hálózatokat adott szolgáltatási célok érdekében, a hálózatelemek megfelelő konfigurálásával és méretezésével alakítjuk ki. Hálózatelem alatt itt az összes olyan hardver és szoftver, elektronikus és infrastruktúrális komponenst értjük, amelyek a szolgáltatás létesítéséhez és működtetéséhez szükségesek. A hálózat kialakításához ilyen módon tehát meg kell határozni a hálózat felépítését, struktúráját, a szolgáltatás minőségi követelményeinek a hálózatrészekre, hálózatelemekre való célszerű lebontását és a méretezés, optimalizálás módszereit.

A hálózatok szervezésének hagyományos egy szolgáltató - egy hálózat gyakorlatát már egyértelműen felváltotta a sok szolgáltató - néhány hálózat elve és a szolgáltatások egy hálózaton való minél teljesebb integrálásának koncepciója. Az ISDN

felé vezető úton, minthogy a *távbeszélő szolgálat* a nem-beszéd szolgáltatók dinamikus fejlődése mellett is hosszú távon domináns marad, egy olyan integrált digitális hálózat kialakítása jelenti az első fontos közbenső lépcsőt, amelynek felépítését, működési módját, fenntartási filozófiáját alapvetően a távközlő igényeket kiszolgáló korszerű technológiák szabják meg. A digitális, időosztásos átvitel és kapcsolás, a tárolt program vezérlés, közös csatornás jelzés és a fényvezetős lehetőségéből fakadó új hálózattervezői feltételrendszer kihatásai a jövő digitális hálózatára - szem előtt tartva az ISDN felé való továbbfejlesztés követelményét - egyértelműen megfogalmazódtak az elmúlt 5-8 év során [1-6].

### 7. 1. Trendek a jövő hálózatának kialakításában

1. A digitális központok nagyobb optimális mérete és a digitális előfizetői fokozatok decentralizálásának gazdaságossága a központok *táptérületének* növelése irányába hatnak (pl. egész góckörzet méretűvé). Az előfizetői hálózatok - ritkaságszámra menő, néhány felfűzős rendszertől eltekintve - csillagrendszerűek, az előfizetői fokozatok az anyaközponthoz közvetlen csatlakoznak. A hurokhálózatok várt elterjedése nem indult be, az adatbázisra épülő, valamint a szélessávú új szolgáltatások számára a csillaghálózat az előnyösebb.

2. Átviteli szempontból a digitális rendszerek bevezetése az analóg hálózatba főként a kéthuzalos hálózatrészekben hoz változást. Egy-egy digitális átviteli szakaszt vagy előfizetői központot beiktatva újabb önálló négyhuzalos hurkok alakulnak ki, ami az *átviteli tervek teljes átdolgozását követeli meg* a stabilitási és visszahangkövetelmények betartását szem előtt tartva. E követelmények teljesítését nehezíti a digitális központok kb. egy nagyságrenddel megnövekedett készletetése, valamint a 2/4-huzalos átmenetek közelebb kerülése az előfizetőkhöz, ami a hibridek kiegyenlítésére szigorúbb előírást követel. Azért, hogy biztosítsuk a hibamentes adatbevitelt, amikor a maximálisan megengedett öt négyhuzalos szakasz kapcsolódik sorba, minden egyes hurokban minimum 25 dB hurokcsillapítást kell biztosítani beszélgetés alatt, amin a hibridek kiegyenlítésének javításával vagy csillapítás beiktatásával teljesíthető. A gyakorlatban egy digitális helyi központot egy helyi hálózatban minimum 4 dB csillapítással terveznek, szemben az analóg kéthuzalos központok kb. 0,5 dB beiktatási csillapításával. Így egy digitális központ egy szomszédos analóg helyi központhoz kéthuzaloson csak elegendő csillapítás tartalék esetén köthető. Ellenkező esetben a tekintett digitális központ négyhuzalos áramköreit PCM átviteli úton az analóg központig ki kell terjeszteni. Következésképpen átviteltechnikai szempontból a digitalizálást helyközi hálózatban felülről lefelé, a négyhuzalos hálózat meg-

hosszabbításával célszerű végezni. Többközpontos helyi hálózatban pedig elsődlegesen a tandemközpontok és a közöttük lévő hálózat digitális megoldása, általában a digitális és analóg központok közötti digitális átvitel létesítése kívánatos.

3. *Kapcsolási funkciók integrációja* valósítható meg a digitális központok nagyobb forgalmi kapacitása, az egységes négyhuzalos kapcsolás és a tárolt program vezérlés rugalmassága folytán. Ennek fontos esetei:

a/ kombinált előfizetői-tranzit központok létesítése gócközpontokban a jelenlegi helyi és helyközi központ kiváltásával;

b/ az előfizetői központok tandem funkcióval való kiegészítése, elosztott tandemizálás megvalósítása nagyvárosi hálózatokban, fokozva ezzel a hálózat rugalmasságát. Figyelembe véve a digitális rendszerek 30 csatornás modularitását is, a változások a forgalmi nyalábok számának csökkenését, a megvalósuló nyalábok méretének, így kihasználtságának növekedését eredményezik;

c/ több analóg tranzitközpont egyetlen digitális tranzitközponttal való kiváltása.

4. A fejlődés az átviteli közegek minőségében (pl. csillapítás, diszperzió), az átviteli technikában (moduláció, multiplexelés) és eszközökben (pl. források és detektorok), különösen fényvezetős átvitel esetén az átviteli közegek többszörös kihasználását és az ismételt távolság növekedését eredményezi. Ezáltal a digitális átviteli rendszerek vonali költség csökkennek, és az *átviteli hálózat optimális topológiája* kisebb összeköttetésű. Egy újabb nyomvonal kiépítése helyett sok esetben gazdaságosabb egy legfeljebb  $k$ -szor hosszabb, de meglévő nyomvonalon létesíteni a szükséges áramköröket. Például PCM hálózatokban  $k$  értéke körülbelül 3-szorosa az analóg hangfrekvenciás áramkörökből álló hálózatok  $k$  értékének. Fényvezetős hálózatokban  $k$  értéke több mint 10-szer nagyobb. Így hosszabb kerületet használva bármely átviteli út nagy kapacitású lehet és az átviteli szakaszok száma csökkenthető [2].

5. Költségminimalizálásra törekedve a digitális hálózatok jelenleginél kevesebb számú, de nagyobb méretű nyalábokból álló és nagyobb kapacitású átviteli rendszerekkel megvalósuló hálózatot eredményez. Egy ilyen hálózat névleges forgalmi állapotban jobb kihasználtságot biztosít, azonban a forgalmi túlterhelésekre, a hálózatelemek klesésére érzékenyebb. E hatások a hierarchikus alternatív irányítású hálózatokban felfokozódnak, tekintve, hogy túlterhelés alatt a sikeres hívások által használt szakaszok száma a fokozottabb alternatív irányítás folytán növekszik. E tények a digitális hálózat *szolgálatbiztonságára* irányították a figyelmet. Szolgáltatásvédelmi tervekben rögzítik meghatározott hálózati zavarok (túlterhelések, klesések) következményének megengedett mértékét és a követelmények teljesítésének módját, eszközeit. A védelem fokozásában digitális hálózatok esetén a hangsúly a preventív módszerekről a korrekzív (hálózatiirányítási) módsze-

rekre tevődik át. Az átrendezhető tartalék átviteli hálózatok koncepciója a sokcsatornás rekonfiguráló kapcsolók elektronikus megoldásával reálitássá vált [4]. A tárolt program vezérelt központok túlterhelés elleni védelmére, a processzorok terhelésének figyelésére alapítva olyan eljárásokat alakítottak ki, amelyek a központot a torlódásos állapotba való kerüléstől gyakorlatilag megvédeni képesek. A hálózatok túlterhelés elleni védelmét alapvetően a mind teljesebben automatizált proaktív forgalomtechnikai eljárásokra építik. A különböző eljárások közül az áramkörtartalékolás módszere a leghatékonyabb. Az AT&T hálózatban kétfokozatú szelektív változata, kvázi automatikus üzemmódban dolgozik [7].

6. A TPV központok lehetőséget adnak a távbeszélő hálózatok *forgalmának nemhierarchikus irányítására* [3, 7]. A hálózatok jelenleg a nemkívánatos irányításokat korlátozó irányítási szabályok segítségével kerülnek el, amelyek a hálózat központjainak hierarchikus rendjén alapulnak. A nemhierarchikus hálózatok mentesek a hierarchikus irányítási kötöttségektől; a nyalábok mindegyike túlcsoportosított üzemmódra, nagyobb kihasználtságra méretezhető; a viszonylatok egyenletes torlódási valószínűsége valósítható meg. A nemhierarchikus irányítás konkrét szabályait (az irányítási táblát) a forgalmi állapotnak megfelelően változtatják, dinamikus vagy adaptíven. A dinamikus nemhierarchikus irányítást (DNHR) a Bell Laboratórium fejlesztette ki és vezeti be az AT&T No. 4ESS típusú, közös csatornás jelzeshálózattal összekötött központokból álló helyközi hálózatába. A DNHR esetén a forgalomirányítás napszakonként előre meghatározott módon változik. Az adaptív irányítás (AR) Bell Northern Telecom (Canada) által korábban megkezdett fejlesztése eddig nem került bevezetésre. Az AR a nyalábok forgalmi állapota alapján 2..10 másodpercenként szabja meg predikciós eljárással az optimális irányítást minden viszonylatra. Mindkét rendszerben csak kétszakaszos tandem utakat alkalmaznak. A tandem utak igénybevételét áramkörtartalékolásos módszerrel korlátozzák, amelynek alkalmazása a hálózat nagy kihasználtsága folytán túlterheléses állapotban nélkülözhetetlen. A DNHR-be való idejű expanzív forgalomvezérléssel (további tandem utak elérésének lehetővé tételével) újabban adaptivitást terveznek bevezetni [7]. A fejlődés a forgalomirányítás és a hálózatiirányítás harmónikus összefonódását és a közös csatornás jelzésrendszer adta lehetőségek kihasználását mutatja. A nemhierarchikus irányítások kutatási irányai közül kiemelendő a rögzített feltételek között hatékony speciális megvalósítási módokat kidolgozása, ami valószínűsíti, hogy a következő évtizedben nagyméretű országos hálózatok felső síkjában és a nagyvárosi hálózatokban a nemhierarchikus irányítás bevezetése felgyorsul [3, 8].

7. Az üzemeltetett támogató eszközök hálózatba szervezése, egy univerzális *távközlés/gazdálkodási hálózat* (TMN = Telecommunication Manage-

ment Network) létrehozása a hálózatrányítási, üzemeltetési és fenntartási feladatok mennyiségének és bonyolultságának fokozódásából fakadó igény és a TPV-ből, a hálózatelemek intelligenciájából adódó lehetőség. A TMN elvileg egy külön számítógép-hálózat, amely több ponton csatlakozik a távközlési hálózathoz annak érdekében, hogy információt vegyen át tőle, vagy parancsokat adjon a működés vezérlése céljából. Lehetséges, hogy a TMN saját belső adatátvitelére számára magát a felügyelt hálózatot vegye igénybe (pl. a közös csatornás jelzésrendszer). A TMN felépítését, funkcióinak particionálását a CCITT az OSI architektúrára alapozva kezdte szabványosítani.

8. A jelenlegi hálózati architektúrában a szolgáltatás-specifikus előfizetői interfészek alkalmazása, a kapcsoló rendszerek szoftverjében és hardverjében a funkciók koncentrációja akadályozza új szolgáltatások gyors bevezetését. Ezek legyőzésére alakul ki - az ISDN koncepció mellett - az *Intelligens hálózati architektúra* koncepciója [6]. Eszerint a jelenlegi központok szolgáltatás-kapcsoló pontokká alakulnak át, amelyek ha az előfizető által kórt szolgáltatást nyújtani nem tudják (illetve, ha az előfizetői kérés eleve olyan) egy szolgáltatásvezérlő központ segítségét kérik az előfizetői kérés feldolgozására. Az információkat a közös csatornás jelzőhálózaton továbbítják. A szolgáltatásvezérlő központ adatbázisainak lekérdésével határozza meg, hogy a kívánt szolgáltatás milyen módon eléghető ki, majd felépíti az előfizető és a szolgáltatást nyújtani képes egység közötti kapcsolatot. A szolgáltatásvezérlő központ adatbázisainak módosításával a szolgáltatások könnyen módosíthatók, újabbak specifikálhatók. Az intelligens hálózati koncepció élő példája az AT&T 800-as szolgáltatása. (Az intelligens hálózati koncepció továbbfejlesztéséről l. 9.4 fejezetet.)

9. A technológiai fejlődés (az átviteli utak költségeinek csökkenése, a kapcsolási funkciók integrálódása, a nagyobb kapacitású rendszerek költséghatékonyasága, a központok optimális tápterületének növekedése, stb.) a hálózati síkok számának, a kapcsolóközpontok hierarchia szintjének számának csökkentésére ösztönöz. Ráadásul a hálózat intelligenciája révén a forgalomirányításban a központok hierarchikus szervezése nélkülözhető. Mindezek eredményeként a hálózatok hierarchikus szervezése a jövőben egyszerűsödik. A hálózati síkok száma csökken, a hierarchikus rendszer egy helyi hálózati és egy (vagy két) tranzit síkból áll úgy, hogy a síkokon belül nemhierarchikus forgalomirányítást alkalmaznak. Az előfizetői helyi központokhoz vagy azok távoli előfizetői egységeihez kapcsolódnak [1,3,5,8.]. A digitális hálózat ilyen felépítése biztosítja jó kihasználtságát és flexibilitását a forgalmi prognózisok bizonytalanságával szemben.

## 7.2 Tervezési módszerek

A digitális kapcsoló és átviteli berendezések, a fénytávközlési technológia gazdaságos alkalmazása a hálózat felépítésének módosulásával jár és szisztematikus, koordinált, az integrációt szem előtt tartó tervezést igényel. Olyan tudományosan megalapozott fejlesztési stratégiára, tervezési irányelvekre és módszerekre van szükség, amelyek lehetővé teszik a potenciális lehetőségek kiaknázását és a további fejlődést az ISDN felé. A hálózattervezés kétirányú kihívásnak kell eleget tennie.

1. *A hálózat digitalizálásának tervezése során szoros térbeli és időbeli kölcsönhatásokkal kell számolni.* Az analóg és digitális hálózatelemek együttélése, a digitális átvitel és kapcsolás integrálása, valamint a tárolt program vezérlés révén megnövekedett hálózati intelligencia miatt a hálózat funkcionális (forgalmi), fizikai (átviteli) és üzemeltetési tervezése, illetve a egyes hálózatrészek között a kölcsönhatás nem hagyható figyelmen kívül. A tervváltozatok kialakítása és összehasonlítása hálózati alapon kívánatos. Az új szolgáltatások és technológiák bevezetése, a vezeték nélküli megoldások kiterjedtebb alkalmazása és különösen az analóg-digitális átmeneti időszak tervezése a hálózatmodernizálási változatok sokaságának kidolgozását, konzisztens értékelését, valamint dinamikus tervezési módszerek alkalmazását teszi elengedhetetlenné.

Ennek megfelelően a múlt évtized közepén nagy intenzitással kezdődött meg a hálózatmodernizálási stratégiák kutatása. Ezek fontos eredményei ama feltételek meghatározása, amelyek teljesülése mellett a dinamikus hálózatfejlesztési probléma statikus tervezési problémává transzformálható [9]. Sajnálatosan a feltételek teljesítése rendszerint elfogadhatatlan megszorításokat követel; az egzakt, egész-típusú optimalizációs módszerek pedig valós méretű és kényszerfeltételrendszerű hálózattervezési feladatokat gyakorlatilag kezelni nem képesek.

A 80-as évek elején nagy számban dolgoztak ki modelleket és módszereket, amelyek szuboptimálisak, heurisztikusak, a teljes probléma bizonyos részalmezzel kezelik, pl. [10]. A közelítések három csoportba oszthatók: a/ a hálózatmodernizálási modell egyszerűsítése függetlenségi feltételekkel, a megengedett állapotok és átmenetek szűkítésével, stb.; b/ az egzakt optimalizációs módszerek részfeladatokra való alkalmazása és az egymásrahatások iteratív úton való figyelembevétele; c/ az optimalizációs módszerek közelítő változatainak alkalmazása. A módszerek célszerű kombinálásával a hálózatmodernizálás minden érintett elemét (kapcsolóközpontok, átviteli topológia és berendezések, stb.) magába foglaló *heurisztikus tervező rendszereket* hoznak létre. Az egyes részfeladatokat megoldó számítógépi programokat tipikusan külön készítik nagyvárosi, helyközi és körzethálózatokra a sajátságok jobb kezelése végett. A programok összefűzése jel-



lemzően interaktív módon történik, a tervezés kényszerfeltételeinek jobb kézben tartása érdekében.

Egy másik tervezési metodika, amely különösen a távközlő hálózatok számítógépes nyilvántartásba vételével erősödött meg, a tervező által specifikált fejlesztési ütemterv, modernizálási elképzelés kiértékelésére (enumeration) és interaktív megoldáskeresésre épül. Kellő részletességű hálózati modellek használhatók, várhatóan beépíthetők lesznek a szakértői támogató rendszerek.

A hálózatmodernizálási stratégiák kutatások fontos eredményei azok a módszerek, amelyek generikus (nemspecifikus) hálózati modellekre alapozva átfogó döntéseket kívánnak hozni, például az előfizetők új szolgáltatásokkal és végberendezésekkel való ellátásának ütemezésére, a tipikus modernizálási stratégiák alkalmazhatóságára vagy a hálózat hierarchikus felépítésére [5].

E szakaszbeli módszerek fontosságát húzza alá, hogy általánosan elfogadott adatok szerint a digitalizálás révén hosszú távon elérhető körülbelül 30 % költség-megtakarításból 20 % a kapcsolás és átvitel szisztematikus integrálásából fakad. A következő időszakban mind határozottabban a szolgáltatásintegrálás stratégiai módszerei kerülnek a kutatás középpontjába (l. még a 9. fejt.)

2. A digitális hálózatok újszerű lehetőségei, sajátosságai és követelményei számos új tervezési problémát vetnek fel.

A beruházási költségek mellett az üzemeltetési és fenntartási költségek súlyának növekedése és megoldás függősége fontossá tette, hogy a tervezés a teljes élettartam alatt felmerülő összes költségre, esetleg a szolgáltatás hiányosságai folytán elvesző bevételekre is kiterjedjen.

Az előfizetői hálózatok tervezési módszertanának teljes átértékelése történt meg az elmúlt időszakban, amelyek a kihelyezhetővé vált intelligencia legjobb hasznosítását célozták (koncentrator-elhelyezés, hurokhálózati konfigurációk, stb.) [6-9]. A rádiós hozzáférés és a fényátvitel gazdaságossá váló előfizetői hálózati alkalmazására újra a tervezési módszerek továbbfejlesztését követeli [11].

A hálózat digitalizálása éles kihívást hozott a szolgáltatásvédelem számára. Ezt tükrözik az átrendezhető tartalékálózat optimális tervezésére kifejlesztett módszerek, a túlterhelésvédelmi eljárások hatékony méretezési módszereinek kidolgozása, a kombinált szolgáltatásvédelem kiterjedt analízisei [4, 10].

A digitális hálózatok közös csatornás jelzésrendszere egy külön jelzés-hálózat kialakítását igényli, amely különlegesen nagy öletképességű és az új jelzési igények színté azonnali követésére alkalmas kell legyen. A jelzőhálózatok alapvető tervezési elvei vannak csak kialakulóban [12]. A közös csatornás jelzés lehetséges további alkalmazásai (hálózatirányítás, intelligens hálózati és mobil szolgáltatások) és az ISDN-ben való alapvető szerepe a nyitott kérdések sorát hozza.

Az alternatív irányítású hálózatok forgalmi méretezése terén az egyenletesebb torlódás elérése védőnyalábok alkalmazásával, a moduláris tervezési módszereinek kikristályosodása és a kétirányú nyalábokból álló hálózatok méretezési problémáinak elemzése igényel figyelmet [3, 5].

A nemhierarchikus irányítású hálózatok analízisének és tervezési módszereinek nagyszámú publikációt szenteltek pl. [3, 7, 8]. A DNHR méretezésére Ash és társai által publikált univerzális eljárás kellő pontosságú eredményt szolgáltat, de igen számításigényes. Törekvések vannak radikálisan kisebb számításigényű, mégis kellően pontos megközelítések kimunkálására. A forgalomirányítás e forradalmi változása, a hálózatirányítással való összefonódás lehetősége és a sokszolgáltatású és szélessávú hálózatokra való kiterjesztésének kívánalma a következő időszakra is izgalmas feladatok sorát fogja hozni.

Összességében a hálózat tervezés szerepe, súlya a digitalizálás folytán rendkívül megnövekedett. Átgondolt tervezéssel, megfelelő tervezési metodikával a digitális technológia távközlési előnyei számottevően fokozhatók. Magyarországon építve az eddigi módszertani eredményekre és a kifejlesztett analóg-digitális vegyes hálózatok tervezését segítő számítógépes rendszerre, szintén élni kell ezzel a lehetőséggel. Ugyanakkor a hálózat tervezési módszertan és számítógépes programrendszer továbbfejlesztése szükséges az új műszaki megoldások adta lehetőségek kiaknázásához, az újszerű követelmények teljesítéséhez (minőségi előírásokban, több szolgálat együttes tervezésében, stb.), valamint a specifikus tervezési és üzemeltetési körülmények mélyebb számításbavételéhez.

#### IRODALOM A 7. FEJEZETHEZ

- [1] Irmer, Th.: International network trends. 3rd Internat. Network Planning Symp. pp. 6-11. Innsbrook, Florida, 1986.
- [2] Harashima, S.: Technical trends and impact on network configuration for optical fiber transmission systems. Japan Telecommunications Review, Apr. 1985.
- [3] Close W., Darling O., O'Neil, P.: Development of the Australian integrated digitalis network and strategy towards ISDN. Internat. Switching Symp. No. 21. C. 2. Florence, May 1984.
- [4] Berbineau J., Guérineau J. P.: Security of telecommunications networks. 1st Internat. Network Planning Symp. pp. 173-181. Paris, 1980.
- [5] Sallai Gy.: Digital network planning. ITU Semlnar on Transittion from analogue to digital networks including ISDN, Doc. 2. Lisbon, 1986.
- [6] Browne, T. E.: Network of the future. Proc. of the IEEE. Vol. 74. No. 9. Sept., 1986.
- [7] Ash G.: Use of a trunk status map for real-time DNHR. 11th Internat. Teletraffic Congress, No. 4. A. 4. Kyoto, 1985.
- [8] Gibbens, R. J., Kelly, F. P., Key, P. B.: Dynamic alternative routing. Modelling and behaviors. 12th Internat. Teletraffic Congress. No. 3. 4. A. 3. Torino, Italy, 1988.
- [9] Combet, J. P., Mason L. G.: Optimal switch-concentrator location for a telephone network. IEEE Trans. on Comm. Vol. 27. Jan. 1979.
- [10] Niver, K., Noort N.: A European research project for planning and optimization of telecommunications networks. 2nd Internat. Network Planning Symp. pp. 185-190. Brighton, 1983.

- [11] Nowotny, H. G.: Trends in local line access networks. Internat. Conf. on Communication Technology, pp. 733-747. Nanjing, China, 1987.
- [12] Kelso, D. R., Tong, D.: Network planning, design and implementation of the common channel signalling network. Telecomm. Journal of Australia, Vol. 36., No. 3. pp. 35-38. 1986.

## 8. Telematika és adatátvitel

E fejezet azoknak a nem-beszéd szolgálatoknak az áttekintését adja meg, amelyek adatok, szövegek átvitelében használatosak, vagy széleskörű nemzetközi elterjedésük várható [1, 2].

Eddig a - főként az információ típusa és az információcsere szabályai szerint szakosodott - szolgáltatásokat egy-egy önálló hálózaton valósították meg. Az újabb szolgáltatásokat viszont zömmel a meglévő hálózatokon látják el. Az a jellemző, hogy az egyes szolgáltatások között még azonos hálózaton belül sincs együttműködés (előfizetők nem hívhatják a másik szolgálat előfizetőit), újabban viszont már az új szolgálatok bevezetésekor szükség van a más szolgálatokkal való együttműködésre, így esetenként eltérő hálózatok közötti együttműködésre is. Korábban ugyanazon a hálózaton a szolgálatok sajátos interfésszel (csatlakozással és illesztéssel) és híváskezelési eljárással létesültek, ezért az ilyen hálózatokat csak többszolgáltatúaknak (multiservice) nevezték. Amikor ugyanazon a hálózaton ellátott szolgálatokhoz valamely egységes interfész- és protokollkészletet kezdtek alkalmazni és a szolgálatok közötti együttműködést is (leginkább elvileg) lehetővé tették, akkor ezeket elnevezték integrált szolgáltatú hálózatoknak. Ha ezt digitális távközlési eszközökre és digitális csatlakozástechnikára alapozzák, akkor azt ISDN hálózatnak nevezik (lásd a 9. fejezetet) [3].

Hazánkban a hagyományos távközlést a távbeszélő és a telexhálózat, valamint a közhasználatú távíró (tgx és gentex) hálózata jelentette 1981-ig, az ország első digitális elektronikus TPV központjának távíró- és adathálózati üzembehelyezésétől. Avval, hogy beindult a vonalkapcsolt adatátviteli szolgálat ellátása egy, a telex- és a közhasználatú távíró szolgálatot is ellátó közös TPV központban, megkezdődött az integrált digitális távíró- és adathálózat (IDA) ráépítése a korábbi távíró és telexhálózatra, kiegészítve azt az adatátviteli különleges eszközeivel, valamint az adatátviteli szolgálati osztályokra jellemző interfészekkel és eljárásokkal [4].

### 8.1. Nem-beszéd szolgáltatások

#### A) Távíró-szolgálatok

A telex szolgálat (nyilvános előfizetői távgépi szolgálat), a távíratszolgálat (közhasználatú távíratközvetítés 900 belföldi postahivatal és távíratkézbesítő hivatalok útján, a nemzetközi gentex

hálózathoz is kapcsolódva) és a képtávíró szolgálat nemzetközi visszaszorulása megkezdődött: Angliában megszűnt a távíratközvetítés, Angliában és NSZK-ban csökken a bekapcsolt telexállomások száma. Ugyanakkor a végállomási berendezések körében fokozódik az elektronizálás, a mikrogepek alkalmazása (telex szoftverek megjelenése). A hazai telex-forgalom még távol áll a teltöltéstől, fejlesztése az elkövetkező időszakban még fokozható is.

#### B) Adatátviteli szolgálatok

Az adatátvitel a nemzetközi gyakorlatot követve hazánkban is a távíró- és a távbeszélőhálózat (másodlagos) kihasználásával indult mind a bérelt vonalakon bérelt áramköri adatátviteli szolgálat, mind pedig a nyilvános kapcsolt hálózatokon vonalkapcsolt adatátviteli szolgálat formájában. Ma is a legelterjedtebb az ilyen adatátvitel és töretlenül fejlődik világszerte. A használatos vonalcsatlakozó egységekben mind bonyolultabb VLSI áramköröket alkalmaznak. Az elérhető szabványos sebesség bérelt beszédcsatornában 14,4 vagy 19,2 kbit/s, a kapcsolt távbeszélőhálózatban is 9,6 kbit/s akár mindkét irányban. A távbeszélőcsatornákra a digitális adatokat modem egységek illesztik, amelyekre a CCITT V-sorozatú ajánlásai vonatkoznak.

A TPV központ távíró- és adathálózati megjelenése 1981-ben hazánkban is lehetővé tette a vonalkapcsolt adatátviteli szolgálat CCITT által előírt szolgálati osztályok szerinti ellátását. Az integrált távíró- és adathálózat a vonalkapcsolt szolgálatokat úgy látja el, mintha önálló adathálózatot képezne minden egyes szolgálati osztály számára. Ez a fajta működés megfelel az európai vonalkapcsolt adathálózati gyakorlatnak (Nordicdatanet, DATEX-L hálózat az NSZK-ban és Ausztriában stb.), amely gyakorlat a hazai IDA koncepció kialakításához is vezetett. A legújabb nemzetközi tendencia az ISDN bevezetésének előkészítése során viszont az, hogy ahol már megvan a külön (vagy önálló) vonalkapcsolt adathálózat, ott az csatlakozik az ISDN-hez és fokozatosan beolvad, ahol meg még nem hozták létre, ott létesítését éppen az ISDN-ben megvalósuló vonalkapcsolt adatátviteli szolgálatra való tekintettel a tervekből törölték (pl. Angliában).

A legtöbb nálunk fejlettebb vagy velünk egy szinten álló országban már megvalósultak az adatátvitel bonyolultabb hálózatai is, mégpedig csomagkapcsolást végző olyan eszközökkel, amelyek igen jól illeszkednek az adatátvitel zömét kitevő párbeszédű, aszimmetrikus forgalomhoz, képesek a tárolás és továbbítás elvének a kihasználásával a vonali sebességkülönbségek kiegyenlítésére, és egyetlen fizikai hálózati csatlakozáson egyidejűleg igen sok hívás lebonyolítását teszik lehetővé. A CCITT által szabványosított interfésszel (X. 25) ellátott előfizetői csatlakozások számára a szabványos csomagkapcsolt adatát-

*viteli szolgálat* (X. 1) szabványos szolgáltatásokat (X. 2) nyújt a szabványos előfizetői osztályba (X. 1) sorolt terminálok. A csomag típusú kiszolgálás nemcsak a nyilvános csomagkapcsolt adathálózatba közvetlenül csatlakozó terminálokról vehető igénybe, hanem más kapcsolt hálózatok csomagműködésű termináljairól is megfelelő csomagkapcsolt adathálózati elérési pontokra befutó hívásokkal, erre kidolgozott szabványos eljárások (X. 28, X. 29, X. 32) segítségével. Ilyen nyilvános szolgálat bevezetése hazánkban előkészítés alatt van. A világ más országaihoz hasonlóan magánjellegű csomagkapcsolás már folyik a nemzetközi kapcsolatokkal is rendelkező magyar akadémiai hálózaton és elkezdődött az országos tudományos infrastruktúrahálózat kiépítése (a nyilvános hálózat megjelenéséig bérelt vonali összeköttetésekre alapozottan). A jövő ISDN hálózatainak egyik kulcskérdése adatátviteli szempontból azok csomagkapcsolt szolgálatot ellátó képessége: a kísérleti és az első nyilvános ISDN-ektől ezt általában nem szokták elvárni.

A nemzetközi csomagkapcsolt adathálózatok hazai vonalkapcsolt adathálózati (1-es osztályú) előfizetők számára hazánkban is hozzáférhető, így igénybe vehetik az azokban elérhető adatbázis-szolgáltatásokat (a RADAUS bécsi csomópontján keresztül). A hazai nyilvános csomagkapcsolt adatátviteli szolgálat várhatóan megnyílik a nemzetközi adatforgalom számára és megfelelő eszközökkel rendelkezik majd az előírt adatvédelem ellátásához is.

Egy sor országban megfigyelhető, hogy külön erre a célra létesített digitális vonalhálózatokon is ellátnak bérelt áramkörti adatátviteli szolgálatot, amely mind minőségre, mind megbízhatóságra nézve kedvezőbb az analóg vonalak bérleténél. A digitális bérelt áramkörti szolgálat a jövőben az ISDN-ben lesz elérhető. Ahol az ISDN még nem jelent meg, ott a külön adathálózati szolgálatok fejlődése ma is töretlen.

Az adatátviteli szolgálat tervezési kérdéseivel, különös tekintettel a sajátos képzési módszerekre, valamint a távbeszélőtől eltérő forgalmi sajátosságokra, nagyszámú publikáció foglalkozik pl. [5].

### C) Telematikai szolgálatok [6]

Az adatátviteli szolgálatok hordozószolgálatok, átlátszó módon közvetítik a végállomások között az adatokat. Ezzel szemben a telematikai szolgálatok a teljes 7 rétegű OSI architektúrára kiterjedő szabványos protokollkészlet használatát jelentik, amelyben az adatok közlésének szemantikája és szintaktikája egyaránt elő van írva. Éppen ez teszi ezeket a szolgálatokat a számítástechnikai alkalmazások számára annyira vonzóvá, mert az osztott számítástechnikai rendszerekben, különösen pedig a heterogén számítógép-hálózatokban az együttműködés, így a terminál- és protokoll-kompatibilitás feltételeit az OSI architektúra szerint ír-

ják elő. Bár egyes telematikai szolgálatok szabványosítása nem mindenben felel meg az összes OSI követelménynek, vagy nem minden funkciót tartalmaz az OSI által előírt módon, vagy még nem követte az OSI legújabb eredményeit, mindenképpen világtrendnek tekinthető az OSI-hoz való alkalmazkodás egyre egyértelműbb megfogalmazódása. Egyes telematikai szolgálatok nem követik a korábban jóslott erőteljes fejlődési ütemet, mások, mint a távmásolás, minden várakozást felülmúló módon terjednek.

*Távmásoló (fakszimile) szolgálatok* váratlanul nagy sikere valószínűleg annak eredménye, hogy termináljai egyszerű kezelésűek, olcsók, könnyen hozzáférhetőek, kis helyfoglalásúak, igénytelenek és szabványosítottak. Távmásolással bármely, az okmányokon rögzített kézi és gépírt szövegek, ábrák, aláírások, képek fénymásolászerűen reprodukálhatók a távoli terminálon. A hagyományos távmásoló készülékek beépített modemekkel rendelkeznek, így telefon-típusú csatornákon üzemeltethetők. A legtöbb fakszimile a nyilvános kapcsolt távbeszélő hálózaton megvalósuló TELEFAX szolgálatban van alkalmazva (a telefax előfizetői állomás egy normál telefonállomás fakszimile készülékkel kiegészítve). Hogy azok is igénybe vehessék a távmásolást, akiknek nincs távmásoló készüléke, a Magyar Posta is bevezette a nyilvános távmásolás (BUREAUFAX) szolgálatot 1985. augusztusában. Ennek révén megadott postahivatalokban (1987. végén 17) feladott távmásolat akár a címzett távmásoló készülékén, akár postal fizikai kézbesítéssel eljuttatható rendeltetésére. A telefax szolgálat 1987. dec. 1-jén indult be hazánkban is. A magyar telefaxnévsor már több mint 350 hívószámot, állomásnevet, előfizetőt és készüléktípust (CCITT szerinti csoportbesorolást) ad meg. A távmásolás legfejlettebb rendszerei már digitálisak, képesek hibavédelemre és finom felbontás miatti nagy információ mennyiségű sűrítésre; digitális adathálózaton való terjedésük, majd az ISDN-ben való hasznosításuk várható. Az utóbbi időben nagyon népszerűek lettek a PC-fax néven emlegetett, a személyi számítógépeket kiegészítő kártyák, amelyek a PC-kezt távmásoló szabványok szerinti okmánycsere-re készítik fel.

*Teletex szolgálat:* az Irodátávgópiróra vonatkozó nemzetközi felmérésekben megállapított követelmények, valamint az Irodai szövegszerkesztőgépek és a telex korlátalt levetni akaró Irodai szövegkommunikáció követelményei alapján készült berendezések alkalmazása elektronikus levelezésre. Szemben a távmásolással, a teletex készüléken nem kész okmányokat dolgoznak fel, hanem éppen az azon készült iratokat továbbítják elektronikus eszközökkel, tárolóból-tárolóba. Alaprendszere a bő karakterkészletével bármely nyelven írott szöveg teletex formátumban való reprodukálását teszi lehetővé; a távközlésre akkor kerül sor, amikor a dokumentumot helylileg a kellő formában már megszerkesztették. A várt szolgálatelterjedés teletex esetében valószínűleg

azért maradt el, mert az első készülékek drágák, nehézkesek, bonyolult kezelősűek voltak és nem tudták az Irodal munkahely minden feladatát ellátni. Az utóbbi időben megjelentek a személyi számítógépek (PC-k) teletex működését lehetővé tevő programok és a főként PC- kből álló számítógép-hálózatokat teletexre alkalmassá tevő protokoll- illesztő egységek. Ezek révén várható, hogy a teletex terjedése felgyorsul. A teletex elterjedésének elősegítésére a legtöbb azt bevezető országban megoldották a telex és a teletex közötti együttműködést, így a közel 2 millió telex állomás elég nagy vonzerőt képvisel a telexről teletexre áttérni szándékozókna. A teletex fő előnye teljesen OSI-szerű protokollrendszerre és világvizonylatú készülék-kompatibilitása, ami számítógép-hálózati szempontból ugyancsak vonzó. A teletex szolgálat ellátásához sehol a világon nem léteztének külön hálózatot, vagy vonalkapcsolt, vagy csomagkapcsolt adathálózatra esetleg a nyilvános kapcsolt távbeszélő hálózatra telepítik. Éppen ez egyik akadálya nemzetközi terjedésének, mert nehézségek merültek fel a különböző hálózatok teletex célú összekapcsolása során. Hazánkban 1987. október 1-jén nyílt meg a teletex szolgálat a vonalkapcsolt adatátviteli hálózaton a (2400 bit/s sebességű) 4. előfizetői szolgálati osztály keretében.

A teletex és a távmásoló rendszerek Irodal alkalmazása nemcsak egymást kiegészítő jellegű lehet. Ezt felismerve a CCITT szabványosította a kevertmódú üzemet. Ebben a dokumentum szöveges részelt gyorsan lehet közvetíteni karakterkódolásban, míg ábrászerű részelt lassú letapogatással. Kevert módú rendszerek elterjedése csak a digitális adathálózaton és az ISDN-ben várható, mikor a 64 kbit/s sebesség általánosan elérhetővé válik.

*Videotex szolgálat* (párbeszédés vkeográfia): központi adatbázisban szabványos videotex módon szerkesztett és tárolt adat-oldalak egyszerű, olcsó videotex terminálokra való lehívását teszi lehetővé. Akkor vonzó, ha igen nagy felhasználói kört érdeklő általános és részletes adatok lehetők fel, illetve árulhatók benne. Szemben a távmásolás és teletex terminál-orientáltságával, a videotex alkalmazásorientált, ennek megfelelően bonyolultabb, szervezési és főként piacmegdolgozási szempontból bevezetése sokkalta körültekintőbb munkát igényel. A kereső-hívások a leginkább elérhető telefonhálózaton át futnak be a videotex központba, amely a kért oldalakat vagy saját tárolójából, vagy az Információs szolgáltatók adatfeldolgozó rendszeréből lehívva közvetíti. Ez utóbbi hívás többnyire a csomagkapcsolt hálózaton bonyolódik, mint ahogy általában az Információs szolgáltatók is ezt a hálózatot használják videotex-központokban tárolt adatok bevitelére. Ha a külső gépeken az adatokat nem videotex módon tárolják, akkor a megfelelő átalakításról is gondoskodnak. A külső gépen való tárolás és a külső gép egyéb igénybevétele (pl. korlátozott feldolgozásra) azzal az előnnyel is jár, hogy az Információs szol-

gáltató közvetlenül értesül a felhasználó által közöltekről, véleményéről (távsvavazás), megrendeléséről (távvásárlás), átutalásáról (pénzügyi tranzakció távirányítása), stb. A nemzetközi egyeztetés nehezen halad a világszabványos négy rendszer különbözőségeinek a feloldására, ami egyik oka a videotex vártnál lassabb fejlődésének. Nem jelentek meg a piacon a PC- ket videotex kezelésre alkalmassá tevő programok sem, mert ezek is erősen függenek a PC-k korlátozott grafikai képességétől. A hazai videotex szolgálat 1989. február 1-én indult be.

#### D) Értéknövelő szolgálatok

Egyértelmű és nemzetközileg elfogadott meghatározás az értéknövelés (value adding) fogalmára nincsen. Eredetileg a bérelt vonalak felhasználásával nyújtott adatfeldolgozásnak és az azzal kapcsolódó távközlő többlétszolgáltatásoknak a gyűjtőneve volt, így kezdetben a csomagkapcsolás is értéknövelésnek számított. Ma már az adatátviteli hordozószolgáltatokon túlmenő távközlést nevezik az amerikai szóhasználat bővítettnek (enhanced), az OSI architektúrához tartozó magasabb funkciókat, a felsőbb rétegek szolgáltatalt ellátó rendszereket értéknövelőnek (value added). Ez utóbbi körbe tartozónak tekintjük a CCITT által szabványosított üzenetkezelést (MSH, message handling service, az X. 400-as sorozatú ajánlásokat), a névtár-szolgálatot (DIR, directory service, az X. 500-as sorozatú ajánlásokat), a számítógépes terminálok segítségét (CCT, computerized communications terminal), okmánykezelést és továbbítást (DTAM, document transfer access and management), valamint az ISO által szabványosított állománykezelést és továbbítást (FTAM, file transfer access and management) munkaszervezést és továbbítást (JTM, job transfer and manipulation) és a virtuális terminálkezelést (VT, virtual terminal). Ide soroljuk ezen kívül a különböző konferenciaszolgálatokat is, az audiókonferenciát, videokonferenciát, a grafikai (adatátvitellel ellátott) konferenciát és ezek kombinációt [7].

Az *üzenetkezelés* (MHS) sajátos jellemzője, hogy terminálfüggetlen, mert a hálózaton belül intelligencia révén alapműködése a felhasználóhoz való alkalmazkodás, az üzenetek bármely formáról bármely más formába való átalakítása (kód-, formátum- és protokoll-illesztéseket is beleértve) és kívánt formában és helyen való kézbesítése. Ebben az értelemben tartalmazza az elektronikus üzenethagyást (eletronic mail), de annál sokkal szélesebb feladatkört fog át.

A nemzetközi méretekben kibontakozó *dereguláció* egyértelműen felszabadította az értéknövelést a monopollisztikusan nyújtott szolgálatok köréből és a legtöbb országban lehetővé vált az értéknövelés a távközlési szolgáltatón kívüli vállalkozások számára is. Nem ilyen egyértelmű a felszabadítása az olyan szolgálatoknak, amelyek a távközlési alaptévékenységgel járnak együtt,

ahogy az a telematikai szolgálatoknál fennáll. Átlagban megmarad a távközlési alaptervékenység monopolisztikus jellege a hordozószolgálatok esetében és túlnyomórészt az alaphálózat üzemeltetésében. Viszont az első telefonkészüléken túlmenően többnyire felszabadították a végkészülékekkel való ellátás valamennyi távközlési szolgálatban.

## 8.2. Protokollok

Az X. 25 ajánlás nemzetközi elfogadása és elterjedése a csomagkapcsolt hálózatokban, mint azok hozzáférési interfész szabványa, egyértelműen mutatja a távközlésben a nemzetközi szabványosítás erőteljes fellendülését. Ennek révén a csomagkapcsolt adathálózatok nemzetközi összekapcsolása és együttműködése az X. 75 ajánlás betartásával egyértelművé és könnyen megvalósíthatóvá vált. Ez lett az alapja annak a tevékenységnek, amelyet a CCITT és az ISO által közösen kialakított OSI architektúra szabványosítása fog keretbe. Az OSI keretében készült szabványok és ajánlások ma már lefednek minden OSI réteget. Először a 7-rétegű architektúra készült el 1984-ben (IS 7498 = X. 200 = MI 7808/1). Az egyes rétegekre vonatkozó követelményeket rétegszolgálat-meghatározás, valamint rétegprotokollelőírás formájában írják elő. Az alsó rétegek követelményeit az X. 25 ajánlásban megfogalmazott hálózati csatlakozásmódhoz illesztik. Ez az illesztés minden nagytávolságú hálózatra (WAN) érvényes, a lokális számítógép-hálózatokra (LAN) külön előírások vonatkoznak. A hetedik (alkalmazási) réteg nem egy további rétegnek hanem közvetlenül a felhasználónak nyújt szolgálatot, ezért a protokolloknak az alkalmazásoktól is függő választékát kell ellátnia [8].

A korábbiakban a telematikai és adatátviteli szolgálatok kialakítását elsősorban a távközlési igazgatások és a távközlési berendezésgyártók által közösen megfogalmazott követelmények és feltételek alapján hajtották végre, azokba maguknak a felhasználóknak kevés beleszólásuk volt. Az OSI megjelenésének és az OSI szabványok elterjedésének érdekes velejárója lett, a számítástechnika és távközléstechnika egyre szorosabb összefonódása ellenére, a felhasználói csoportok fellépése, fokozódó beleszólása az alkalmazási körülmények megfogalmazásába és az OSI szerinti protokollrendszer megválasztásába [9]. Ennek jellemző példája az amerikai General Motors cég által vezetett érdekcsoport megalkotta MAP (Manufacturing Automation Protocol, gyártásautomatizálási) protokollrendszer, valamint a Boeing cég által vezetett érdekcsoportban megalkotott TCP (Technical and Office Protocol, Műszaki és Irodalmi) protokollrendszer. További hasonló felhasználói csoportérdek alapján dolgoznak az EDI (Electronic Data Interchange, elektronikus papírmentes kereskedelmi adatcsere) protokollok és formátumarchitektúra kidolgozásán. Az ilyen fel-

használói csoportok kikényszerítik a berendezős- és eljáráskidolgozók eddig ismeretlen közreműködését az alkalmazásokban. Ennek során komolyan veszik például a gyártásautomatizálás időkritikus körülményeit, a műszaki és irodalmi munka bizalmi jellegét és az ezekhez szükséges megbízhatóságot stb. Az alkalmazói környezetben az Irodában, a gyártóműhelyben megjelenő elektronikus eszközök összekapcsolása és együttműködése jelenleg úgy válik intenzívvé, hogy az eszközöket a nagytávolságú hálózatban (WAN) alkalmazott módszerektől és eszközöktől lényegesen eltérő lokális számítógép-hálózatba (LAN) szervezzük (lásd még az 5.2 alfejezetet) [7].

A hazai protokoll-kutatás és -fejlesztés mind az X. 25 megvalósításokra, mind a magasabb rétegű protokollokra kiterjed. Az adathálózatokhoz is kapcsolódnak a protokollfejlesztések, és folyik az alkalasságvizsgálatok (protokoll-konformanciatestelés) felállításának előkészítése is.

## 8.3. Végberendezések

A végberendezések korábban csak szűk szolgáltatási kört átfogó választékot jelentettek, amelyek egy-egy távközlési hálózatnak és az azon ellátott távközlési szolgálatnak az együttes követelményeit elégítették ki. Mivel, ahogy az adatátviteli szolgálat is több hálózaton valósul meg, a végberendezés-követelmények egyre összetettebbek, az igényeket újszerű megközelítésben kell kielégíteni. Szükség van a hálózatok közötti együttműködésre éppen úgy, mint a különböző szolgálatok közötti együttműködésre. A végberendezések körében három út kínálkozik:

a) a munkahelyen szükséges valamennyi szolgálatot a felhasználó külön-külön készüléken veszi igénybe, ami a jelenlegi készülékkel is lehetséges, de nagyon költséges, hely-, energia- és kezelésgényes;

b) a munkahelyeket külön erre a célra kialakított komplex, többcélú terminállal látják el, ami terminálfejlesztésgényes megoldás és a különböző kombinált vagy integrált terminálok kialakításakor a szolgálatkombinációk számára esetleg eltérő optimumokra, tehát egy sor fejlesztésre vezet;

c) a különböző szolgálatok eltérését egyetlen univerzális üzenetkezelő szolgálat látja el. A munkahelyet az adott munkakörnek legmegfelelőbb és legkényelmesebb terminállal egyetlen, vagy csak egynéhány szolgálat közvetlen igénybevételére alkalmas formában építhetjük meg, az összes többi MHS-en át férhető hozzá, mégpedig az adott terminálra konvertált formában. Ez a terminál lehet kombinált vagy integrált terminál is, az utóbbiak fejlesztésének fontos hajtóereje az ISDN. (Lásd még a 9. fejezetet.)

Az 1987. évi távközlési világkiállításon a többcélú terminálok sokasága jelent meg. A terminálok sokféleségéből adódó kötöttségek feloldását célozza az üzenetkezelő rendszerek térhódítása. Az üzenetkezelés maga oldja fel a terminálok külön-

bőzsőgeit. Úgy tűnik, hogy szélessávú ISDN megjelenésével és elterjedésével a videokonferenciára alkalmazott készülékek is beilleszkesznek az elfogadott terminálok körébe; az üzenetkezelés így kiterjed nemcsak adatokra, hanem hang-, kép-, kóziírású és okmány- azaz dokumentum-üzeneteket keltő és fogadó terminálok körére is [10].

## IRODALOM A 8. FEJEZETHEZ

- [1] CCITT (GAS 5): Új szolgáltatások gazdasági hatása a távközlési vállalkozásokra - Közok, 1986.
- [2] Kitahara, Y.: Telecommunication for the advanced information society - Information Network Systems (INS), Japan Telecom, Review, Jan. 1984, pp. 27.
- [3] Nishikado, Himeno, R., Kogo, R.: Integrated extention system architecture and technology for INS field trial. ISS'84, No. 13A. 3, Florence, 1984
- [4] Horváth, P.: A Magyar Posta adatátviteli szolgáltatának helyzete és fejlődése. Információ Elektronika, 1986. pp. 331-340.
- [5] Fredericks, A., Sengupta, B.: Engineering data networks to meet customer oriented performance requirements. 12th ITC, No. 2. 3B. 1., Torino, June 1988.
- [6] OMFB (16-8103/II-Et): Telematikai szolgálatok hazai elterjesztésének lehetőségei, 1984. p. 124.
- [7] OMFB (5-8504-Et): Az elektronikus irodai rendszerek elterjedésének és a hazai távközléstechnika fejlődésének kölcsönhatásai, 1987.
- [8] Local area networks. Session 21 on International Conf. on Communication Technology, November 1987, Nanjing, China.
- [9] Bovenga, P.: management of network services. Computer networks and ISDN systems. Vol. 13. pp. 155-160. 1987.
- [10] Oguchi, B. J.: The user in focus. 5th World Telecom Forum, Techn. Symp. Vol. 2. Session I. Geneva Oct. 1987.

## 9. Integrált szolgáltatású digitális hálózatok

A távközlés fejlődésével különböző szolgálatokat nyújtó, elkülönült hálózatok alakultak ki. Ezek a hálózatok a technológia előrehaladásával a digitális hálózatok irányában fejlődtek tovább. A digitális átvitel és a tárolt program vezérlésű digitális kapcsolás bevezetése nyomán megkezdődött a különböző integrált digitális hálózatok kialakulása (távbeszélő IDN, adat IDN). Mindezek már meghozták a *technológiai integrációt*. Az Integrált Szolgálatú/Szolgáltatású Digitális Hálózatok (ISDN) irányában történő továbbfejlődés további négy integrálódási tendencia együttes kielégítését és a szinergia hatás érvényesülését teszi lehetővé [1]:

- megindul a *szolgálatok integrációja* (pl. távbeszélő, adat), amely közös hálózat és osztott erőforráskészlet igénybevitelét eredményezi;
- megindul a *szolgáltatások integrációja*, amely a belső programok, eljárások közös kihasználásán alapul (pl. különböző szolgálatoknál ugyanolyan rövidített híváskezelés, utánválasztás);
- megkezdődik az *üzemeltetési funkciók integrációja*, amely ugyanazon eljárások, eszközök használatát eredményezi a különböző szolgálatokhoz;
- létrejön az *igény integráció*, amely felhasználói igény részhalmozok kialakulásával csökkenti a prognózisok bizonytalanságát, a szolgáltató kockázatát.

## 9.1. Az ISDN kialakulása, szabványosítása

A fejlett távközléssel rendelkező országokban az ISDN rőszhálózatokat, mint a nyilvános távközlő hálózat részeit többségében 1988-ig üzembe állítják, 1992-94-re az országon belüli teljeskörű lefedést és a teljes nemzetközi együttműködést is biztosítani tervezik.

Az ISDN gondolatát, specifikálását és létrehozását a fejlett távközléssel rendelkező nyugati postaigazgatóságok kezdeményezték. A vezető távközlési ipari cégek már az előzetes specifikációk előkészítése után megkezdték az ISDN-hez szükséges eszközök fejlesztését (kapcsoló központok, hálózati végződések, terminálok, műszerek) és azt erőltetett ütemben folytatják. A vezető alkatrészgártó cégek sorra jelennek meg az ISDN-hez szükséges VLSI áramkörökkel [2]. Az ISDN gondolata ma egyeduralkodóan határozza meg a távközlési fejlesztési tevékenységeket a fejlett országokban. Az ezzel kapcsolatos vizsgálatokból azok az országok sem vonhatják ki magukat, amelyek ma még fejletlenebb távközlő hálózatokat üzemeltetnek.

Az ISDN a fejlesztők és a felhasználók újszerű együttműködését igényli. Intenzíven folyik az ISDN tulajdonságainak, specifikációinak, tartalmi hatásainak tanulmányozása és az ezekre alapozott fejlesztéspolitikai döntések meghozatala. Az ISDN a digitális távközlés és a számítástechnika korábban nem látott mértékű összefonódásához vezet, ezért megvalósítása nem korlátozódik csupán a távközlési vagy egyszerűen távbeszélőtechnikai fejlesztési elgondolásokra. Kétségtelen azonban, hogy a legtöbb megvalósult (vagy megvalósulóban lévő) ISDN egy integrált digitális távbeszélőhálózatra alapozódik, így alapvető szempont, hogy a távbeszélő hálózat digitalizálása az ISDN későbbi bevezetését elősegítse. Lényeges látni, hogy a világon, sőt azonos országon belül is több ISDN fog kifejlődni, amelyek együttműködéséről a megfelelő hálózatok közötti interfészek és eljárások gondoskodnak.

A fejlett országokban az első ISDN jellegű termékek a közületi, nagyobb információigényű felhasználóknál jelennek meg. Fejletlenebb nyilvános hálózattal rendelkező országoknál a termékek megjelenése először az irodai távközlésben, alközponti vagy lokális hálózati környezetben várható. Ezért az ISDN tanulmányozásának ki kell terjednie az alközpontok kérdéseire is.

Ma az ISDN fejlődését széleskörű nemzetközi szabványosítási tevékenység alapozza meg. Ebben élenjár az ITU (CCITT) és az ISO. Átütő erejű a nyugati postaigazgatóságok közös erőfeszítése, amelyet egyrészt közös postal szabványok (CEPT és utóda az ETSI), másrészt közös, egyeztetett ipari fejlesztések támogatnak (pl. EUREKA). Az Európai Gazdasági Közösség 1987-ben fogadta el a NET (Normes Europeennes de Telecommunications) szabványrendszert, amelynek célja, hogy az EGK országai számára közös szabványokon alapuló hálózat alakuljon ki. (A szabványrendszert

1988-ban bővítették.) A 10 tagú szabványrendszer valójában az ISDN, illetve előfutárainak különböző kérdéseit öleli fel:

- NET1 az X.21 hozzáférés (vonalkapcsolt adat);
- NET2 az X.25 hozzáférés (csomagkapcsolt adat);
- NET3 ISDN alaphozzáférés;
- NET4 PSTN alaphozzáférés (nyilvános kapcsolt távbeszélő);
- NET5 digitális távbeszélő készülék;
- NET6 analóg modemek;
- NET7 3-asa csoportú telefax (távmásoló) készülék;
- NET8 Teletex készülék;
- NET9 ISDN terminál illesztő (X.21-hez);
- NET10 Pán-európai digitális cellás rádióhozáférés.

E téren a KGST országokban nem folyik összehangolt tevékenység.

A távközlő hálózatok digitálizálása világszerte fokozott ütemben folytatódik. A fejlett országokban az analóg eszközök telepítését évekkel ezelőtt leállították. A digitálizálási, fejlesztési stratégiákat az ISDN célkitűzéseivel illesztik. A részletes és sok tekintetben végleges nemzetközi ajánlások a CCITT Tanulmányi Bizottságai munkájának eredményeként 1988-ban rendelkezésre álltak.

## 9.2. A műszaki megvalósítás helyzete

Az 1984. év az ISDN kialakulása szempontjából mór földköznek tekinthető (CCITT ISDN-nel kapcsolatos alapspecifikációinak közzététele, az ISDN-nek szentelt ISS '84 kapcsolástechnikai szimpózium és a vezető távközlési gyártó cégek mintahálózatainak bemutatása). Ennek különös realitást ad, hogy az alapspecifikáció elkészítése idején már kifarrott a távbeszélő kapcsolórendszerek tárolt program vezérlése, kialakult a digitális átviteli hierarchiája és közege, beigazolódott a digitális helyi és tranzit kapcsolóberendezések gazdaságossága. Kidolgozták a digitális hálózatok üzemviteli és fenntartási elveit, a távközlésigazgatási hálózat (TMN) koncepcióját.

Az 1985-1988. közötti időszak az ISDN realizálása szempontjából látványos előrehaladást mutat, amely az integrált digitális hálózatok eddigi eredményeire épült [3, 7]. Az 1987. évi Távközlési Világkiállítás, a Telecom '87 jelszava is ezt tükrözte: "az ISDN valósággá vált". A legfontosabb jellemzők az alábbiak:

1. Az ISDN megvalósításának kulcskérdése a felhasználó (előfizető) és a hálózat csatlakozásának kidolgozása. Az analóg előfizetői vonal és a központ előfizetői egységében lévő A/D átalakító akadályozta a digitális végberendezések csatlakoztatását, ezért kidolgozták a felhasználó-hálózat interfész hálózati oldali (NT) végződő egységének és előfizetői oldali (TE) végberendezésének rendszerét és összekapcsolásának módszerét. Ehhez megoldották a digitális átvitelt a meglévő kéthuzalos előfizetői vonalon (ECM echoelnyomá-

sos és TCM időkompressziós módszerek), valamint a felhasználó és hálózat együttműködésére szolgáló, digitális, közös csatornás előfizetői jelzésátvitelt. A jel- és jelzésátvitel gazdaságos megvalósítása különféle, ISDN orientált integrált áramkör készletek kifejlesztését igényelte. Ezek egy része beépített mikroprocesszort tartalmaz, amelynek programjait a specifikációnak megfelelően gyárilag égetik be. A 64 kbit/s-os felhasználói csatornák (un. B-csatornák) és a 16 v. 64 kbit/s-os jelzőcsatorna (un. D-csatorna) alkalmazásával a csatlakozás két rendszere, a 2B+D típusú alaphozzáférés és 30B+D típusú primer sebességű multiplex hozzáférés alakult ki. A 2B+D típusú hozzáférés 144 kbit/s-os átviteli sebességét szabványosították és realizálták, a 30B+D típusú hozzáférés a 2kbit/s-os átvitelt használja.

2. Az ISDN specifikálására és leírására átvették a korábban számítógép hálózatokhoz kialakított ISO nyílt rendszerek összekapcsolása 7-rétegű architektúráját (OSI) és ma már mind a felhasználói, mind a vezérlési információ leírására a funkcióknak ezt a csoportosítását használják fel (l. 2.1. fejezet). A digitális előfizetői jelzésrendszert már ezen az alapon specifikálták, a CCITT korábbi 7-es jelzésrendszerét ISDN felhasználásra fejlesztették tovább.

3. A csatlakozások szabványosítása a terminálok áthelyezhetőségét célozza, lehetővé teszi mind a meglévő, különféle szolgáltatókra tervezett végberendezések adaptereken való csatlakoztatását, mind pedig az OSI-alapon tervezett, ISDN-kompatibilis terminálok közvetlen csatlakoztatását. Azonos csatlakozók, csatlakozási hardver és szoftver eszközök egységesen használhatók végberendezések és nyilvános ISDN, végberendezés és ISDN-alközpont, valamint ISDN-alközpont és nyilvános ISDN között.

4. A digitális nyilvános központok és digitális alközpontok ISDN-irányú továbbfejlesztésének alapkérdése a központok ISDN-interfészeinek specifikálása és a 2B+D, ill. távközlés 30B+D típusú csatlakozás hardver egységeinek, valamint kiegészítő szoftver moduljainak kifejlesztése.

5. Az ISDN alapszolgáltatásai kialakultak, az egyéb ISDN szolgáltatások pedig a korábban egyetlen digitális TPV központra kialakított szolgáltatások hálózati méretű kiterjesztését és nagymértékű bővítését jelentik. Ennek megvalósítása az ISDN jelzéstechika feladatainak kiterjesztését igényli. Az ISDN jelzéstechika említett két elemét, a D-csatornás előfizetői jelzést és az ISDN központok közötti 7-es rendszerű pont-pont közötti jelzést a hálózati méretű szolgáltatások megvalósítása céljából végpontok közötti 7-es jelzéssel és felhasználók közötti közvetlen jelzéssel kellett bővíteni. Az jelzési feladatok bővülése növeli a szoftver feladatokat (protokoll kommunikáció, szolgáltatások SDL specifikációja, címzési rendszerek, stb.).

6. A távközlésigazgatási hálózat (TMN) koncepciója (l. 7.1. alfejezet 7. pont), amely az OSI 7-rétegű management elveire épül, át fogja fogni az ISDN

berendezéseket és a berendezések együttműködését biztosító rendszert is.

Fent vázolt fejlődés nyomán az 1988. év az ISDN második mérföldkövének tekinthető, mert az igazgatások és vezető cégek megkövetelték a csatkozások, alapszolgálatok és néhány szolgáltatás, valamint az összeköttetés típusok specifikációjának véglegesítését 1988-ra. Ennek nyomán a gyártó cégek véglegesítik az ISDN orientált eszközök szoftverjét és az alkalmazók elkezdhetik a nyilvános ISDN-ek bevezetését és üzemeltetéséből nyerhető tapasztalatok gyűjtését. 1994-re több mint 60 millió ISDN felhasználót prognosztizálnak, amelynek kb. fele ISDN alközpont típusú mellékállomás lesz, 0...15 %-a a 2B+D alaphozzáférés. A többi valójában a 64 kbit/s-os B csatorna váltakozó beszéd/adat felhasználására és egy egyszerűsített D-csatornára alapozott előzetes ISDN-ek (un. pre-ISDN) tekinthető.

A 64 kbit/s-os vonalkapcsolt és csomagkapcsolt szolgálatot nyújtó ISDN-t ma már "keskenysávúnak" nevezik, mert megkezdődött a szélessávú un. B-ISDN szabványosítása és berendezéseinek intenzív fejlesztése, amely várhatóan a 100 Mbit/s - 2 Gbit/s tartományt fogja felölelni és csomagkapcsolásra épül. Ez az ISDN megvalósításának 3. szakaszát jelenti (1988-1992). Ebben a szakaszban várható, hogy a 64 kbit/s-ot igénylő, szolgálatok mellett megkezdik a jelentősebb sávszélességű, alapvetően videotípusú információkhoz kapcsolódó szolgálatok integrálását is. Elsőként a kiváló minőségű videotelefon és videotex, a videokonferencia és a nagyobb sebességű adatátviteli szolgálatokat fogják nyújtani a B-ISDN-ek. Ezután kerülhet sor az elosztó, műsorszóró típusú szolgálatok integrálására, egy univerzális hálózat létrehozására. A legkülönbözőbb sebességigényű szolgálatok integrálása gyors csomagkapcsolásra épülő, aszinkron transzfer módú (ATM), alapvetően új műszaki megoldások kidolgozását indította el (l. még 5.3. alfejezet).

### 9.3. Szolgálatok az ISDN-ben

Az alábbiakban néhány szolgálatot az ISDN szemzőgéből tekintünk át.

**A. Távbeszélő szolgálat.** Az ISDN kialakulásával az összeköttetések előfizetőtől előfizetőig lesznek digitálisak, ez egyrészt minőségjavulást eredményez, másrészt az új jelzésrendszer segítségével a távbeszélőszolgálatot számtalan új szolgáltatással (pl. rövidített hívószám, konferenciahívások, hívásátírányítás, stb.) egészítik ki, amely jelentősen javítja a szolgálat használhatóságát.

**B. Adatátvitel.** A 64 kbit/s-os sebességnek köszönhetően jelentősen csökkenni fog a felhasználók közötti átviteli idő. Különösen rugalmas alkalmazást jelenthet ez az irodák és háztartások számára, pl. a házi számítógépek oktatási, tanulási vagy otthoni munkavégzési alkalmazásaiban. Különösen előnyös lesz az ISDN az adatátviteli alkal-

mazások számára, ha a csomagkapcsolt adatátviteli szolgálatot is ellátja.

**C. Telematikai szolgálatok.**

– Teletex szolgálat: a 64 kbit/s digitális hordozó szolgálat felhasználásával a különböző írásos szövegek átvitelének ideje jelentősen csökken, minősége is várhatóan javul.

– Fakszimile szolgálatok: a 64 kbit/s-os hordozószolgálatok teszik általánosan alkalmazhatóvá a nagy sebességű digitális fakszimile rendszereket (4-es csoport).

– Videotex szolgálat: az analóg távbeszélő hálózaton kis sebességű modemekkel működő videotex szolgálattal szemben az ISDN-ben a hozzáférési sebesség és interaktivitás emelése jelentős szolgálatminőség javulást fog eredményezni.

**D. Telex.** A jelenlegi nemzetközi trendek alapján úgy tűnik, hogy a telex szolgálat legfeljebb néhány helyen fog az ISDN-be integrálódni.

### 9.4. Az intelligens ISDN architektúra

Az ISDN kutatásban élenjáró országok figyelmüket a szélessávú ISDN felé fordították. Az aszinkron transzferre (ATM) épülő szélessávú kapcsolás és az előfizetői fényátviteli hálózatok kutatása hozza várhatóan a legtöbb új tudományos eredményt a közeljövőben [7-9].

A szoftver technológia rohamos fejlődése a hálózat kialakításában ugyancsak mind nagyobb szerephez jut. A szoftver vezérelt hálózatelemek és adatbázisokat magába foglaló intelligens hálózatok koncepciója kezdeti szinten már meg is valósult, hasznosítva a közös csatornás jelzésrendszer adta lehetőségeket (l. 7.1. alfejezet 8. pont). Az ISDN (pontosabban a szélessávú ISDN) és az intelligens hálózatok koncepciójának ötvözése vezet a ma látható legfejlettebb hálózati architektúrára. Az intelligens ISDN hálózatokban az előfizetők az ISDN architektúrán keresztül kapcsolódnak a szolgáltatást kapcsoló és vezérlő pontokhoz, adatbázisokhoz. A forgalomirányítás flexibilis, nemhierarchikus, akár hívásonként is eltérő lehet; az üzemeltetés, igazgatás, tervezés szoftver bázisú operációs rendszerekre épül. Az intelligens hálózatok e magasabb szintje nemcsak az új szolgáltatások gyors bevezethetőségét segíti elő, hanem minimalizálja az új szolgáltatások bevezetésének gazdasági kockázatát, módot ad az igények lehető legteljesebb követésére (servicing), a hálózati erőforrások optimális kihasználására [10].

Annak érdekében, hogy az ezredforduló után Magyarország is bekapcsolódhasson a nemzetközi ISDN szolgálatba a fejlődési folyamat szoros követése és számos kutatási, fejlesztési feladat hazai megoldása elengedhetetlen. Legfontosabb művelendő területek:

A. A hazai ISDN stratégia kialakítása;

B. Az ISDN nemzetközi szabványosítás (CCITT, ISO, CEPT, ETSI, IEC) eredményeinek feldolgo-



- zása, a hazai szabványok, előírások kidolgozása;
- C. Az OSI protokoll rendszerének tanulmányozása, ISDN szempontú adaptálása, az ISDN protokollok vizsgálati, tervezési módszereknek kutatása;
- D. Az ISDN vonal- és csomagkapcsolt szolgálatok kutatásának megkezdése (különös tekintettel a forgalmi méretezési kérdésekre);
- E. Az ISDN szolgálatok modellezési kérdéseinek vizsgálata;
- F. Az ISDN felhasználói és hálózati interfészekhez kapcsolódó kutatások;
- G. Kísérleti, 64 kbit/s-ra alapozott pre-ISDN, majd 2B+D hozzáférésű ISDN mintahálózat kialakítása;
- H. Az Interaktív és az elosztó típusú szolgálatok integrálási lehetőségeinek vizsgálata.

#### IRODALOM A 9. FEJEZETHEZ

- [1] Deutsche Bundespost: The Deutsche Bundespost on its Way towards the ISDN. FTZ (Year-book of the DBP) 1984.
- [2] AT&T: Integrated Services Digital Network. AT&T Technical Journal 1986. Vol. 65. Issue 1.
- [3] Rutkowski, A. M.: Integrated Services Digital Network. Artech House Inc. Dedham, MA. 1985.
- [4] CCITT: Red Book. Vol. III/5. UIT Geneva, 1985.
- [5] Peter Kahl (ed): ISDN The Future Telecommunication Network of the Deutsche Bundespost (R.V. Decker's Verlag G. Schenck Hekicberg 1986.
- [6] Logica Ltd: Digital PBXs in Europe. Logica UK Limited, London, 1985.
- [7] Woodman, C., Bunner B.: Evolution of packet switching into ISDN. 3rd Internat. Network Planning Symp. pp. 182-185. In: Inisbrook, Florida, June 1986.
- [8] Schön, H.: The significance of ISDN and its services from the point of view of the Deutsche Bundespost. Internat. Conf. on Communication Technology. Nov. 1987, Nanjing, China.
- [9] Gimpelson, L. A.: Prospects and requirements for ISDN services. 12th ITC, No. 1. 4A. 1, Torino, June 1988.
- [10] Gould, E. P.: Advanced traffic routing as part of the intelligent telecommunication network. 12th ITC, No. 6.2IA2, Torino, June 1988.

#### 10. Összegzés, következtetések

Az iparilag fejlett világban a távközlés kulcsszerepet tölt be a gazdasági és társadalmi fejlődésben és a kultúra széleskörű elterjedésében. A távközlés technológiailag innovációja olyan rohamos, hogy a fejlett világ számára elérhetővé vált egy *információ-orientált társadalom* megteremtése. Ugyanakkor ma az egyes földrészek és országok között szélsőséges eltérések vannak a távközlési ellátottságban. Erre jellemző, hogy a Földünkön működő 600 millió távbeszélő állomás háromnegyede 9 fejlett ipari országban összpontosul és a többi is egyenletlenül oszlik meg a fennmaradó országok között. Magyarország távközlési szolgáltatásainak helyzete nemzetközi összehasonlításban rendkívül kedvezőtlen képet mutat. A telefonellátottság a világátlagot (13 beszélőhely/100 lakos) meghaladja ugyan, de az európai átlag (32 beszélőhely/100 lakos) felét sem éri el.

Az információ, az ismeret termelési tényező szerepének felismerése és a mikroelektronika fejlődése egymásra kölcsönösen katalizáló hatást gyakorol, amely várhatóan a fejlődés ütemének további növekedését fogja előidézeni. A fejlődési folyamatban egyrészt a távközlés és a számítástechnika konvergenciája, ennek részeként a különböző távközlési szolgálatok közeledése, integrációja, a távközléssel foglalkozó új határtudományok létrejötte figyelhető meg. Másrészt viszont a divergencia jelei is mutatkoznak: mind újabb távközlési szolgáltatások születnek, a szakmai specializáció erősödik. A távközlés egyes területeinek műveléséhez szükséges ismeretmennyiség növekedése a szakosodás elmélyülését okozza. Harmadsorban az is megállapítható, hogy bár a digitális technika és technológia bázisán mind a gyártás, mind a szolgáltatás nagyobb hatékonysága és rugalmassága biztosítható, ehhez azonban az új technikák és technológiák csak potenciális lehetőséget nyújtanak, az előnyök kihasználása nagyobb szellemi ráfordítást, tudást igényel.

Jelen távközlési helyzetkép alapvető célja az, hogy a távközlés legújabb tudományos eredményeinek áttekintésével szempontokat adjon és irányokat jelöljön ki a hazai távközlés postalai és ipari kutatásainak közép- és hosszútávú tervezéséhez.

A távközlés stratégiai jelentőségét hazánkban is felismerték. Tény, hogy a távközlési struktúra fejlesztése a VII. ötéves tervben országosan kiemelt fejlesztési program. Számos, a távközlésben fontos tudományos problémakörrel hazai kutatóhelyeink is foglalkoznak. A nemzetközi fejlődés azonban olyan mértékben felgyorsult, hogy elmaradásunk nő, egyes területeken kritikussá vált.

A távközlés hazai művelésének legalább azt a szintet kell elérnie és folyamatosan megtartania, amely biztosítja a *távközlő hálózat nemzetközi kompatibilitását*, együttműködő-képességét. Ez jelenti és igényli a hazai hálózat fejlesztésében:

- a nemzetközi ajánlások és szabványok szoros nyomonkövetését és betartását;
- a szolgáltatások előírt minőségének biztosítását;
- a hálózat üzemvitelének automatizálását, folyamatos korszerűsítését, teljeskörű nyilvántartásának megvalósítását;
- egy globális, szolgáltatásorientált rendszer szemlélet érvényesülését, a modernizálás térbeli és időbeli kölcsönhatásainak figyelembe vételét és
- a távközlő hálózatok automatizálásának, digitalizálásának és a szolgáltatások integrálásának megvalósítását.

E minimális célkitűzés sem valósítható meg a távközlés kutatásának- fejlesztésének jelenlegi szintjén. Ezért folyamatosan javítani kell a kutatási feltételeket. Az alábbiakban néhány, főként a távközlés tudományos hátterének javítását célzó javaslatot sorolunk fel:

- A távközlési ipar és a távközlő hálózat fejlesztési, korszerűsítési stratégiájában alapvető szerepet kell kapnia a kutatás- fejlesztésnek. Meg kell határozni az intenzíven művelendő fő témaköröket, ki kell dolgozni az eredmények értékelésének, elismerésének és hasznosításának mechanizmusát.
  - A nagyobb sikeresség érdekében egymáshoz közelebb kell hozni a kutatást, a fejlesztést, az oktatást, a gyártást és az alkalmazást. Ki kell alakítani a kutatástól az alkalmazásig tartó innovációs folyamat élenjáró országokban alkalmazott munkamegosztását.
  - Jobban kell hasznosítani a nemzetközi kapcsolatok során szerzett információkat. Meg kell szervezni a nemzetközi (CCITT, CCIR) ajánlások rendszerezett feldolgozását, a know-how-k, technológiák korszerűbb átvételét (szellemi és tárgyi feltételek).
  - Meg kell találni a módját, hogy bekapcsolódhassunk az európai távközlési együttműködés különböző formáiba, különösen a távközlés fejlődését meghatározó szabványosítási tevékenységbe.
  - Biztosítani kell a nemzetközi tudományos életben való aktívabb részvétel feltételeit (konferenciák, ösztöndíjas tanulmányutak, külföldi kutatói munkavállalás).
  - A távközlési alap- és alapoató kutatások fokozottabb támogatása megfontolandóvá teszi egy távközlési alapítvány létrehozását. Emellett célszerű növelni az OTKÁ-n és a Soros Alapítványon belül a távközlés részesedését és szorgalmazni a távközléssel foglalkozó intézményekben akadémiai kutatóhelyek létesítését.
- A helyzetkép egyes fejezetei egy-egy szakmai területen megfogalmazták az elkövetkező években maguk elé tűzhető és tűzendő kutatási-fejlesztési feladatokat és a művelendő területeket. A helyzetképet a teljesség igénye nélkül ezek tömör összegzésével zárjuk:
- kommunikációs rendszerek elmélete (2.1);
  - beszédfeldolgozás technikája (2.1);
  - sokszolgáltatú hálózatok forgalmi méretezése (2.3);
  - távközlési célú elektronikai (VLSI, BOAK) és optoelektronikai eszközök fejlesztése (2.4);
  - számítógéppel segített áramkörtervezés és gyártás (2.4);
  - berendezések konstrukciója és szerelés technológiája (2.4);
  - távközlési szoftverek fejlesztése és karbantartása (2.5);
  - műsorszóró hálózatok másodlagos kihasználása (3.1, 3.2);
  - műholdas műsorszórás vételtechnikája (3.3, 3.4);
  - fénytechnika, különösen fonyátvitel (4.2);
  - digitális mikrohullámú rendszerek berendezés és alkalmazástechnikája (4.3, 4.4);

- digitális, időosztásos kapcsolóközpontok gyártástechnológiája és alkalmazástechnikája, alközpontok fejlesztése (5.);
- cellás mobil rádiótelefon hálózatok létesítésének technikái (6.1);
- távközlő hálózatok modernizálásainak stratégiái, tervezésének és üzemeltetésének számítógépes módszerei (7.);
- a csomagkapcsolt adatátviteli és telematikai szolgálatok technikái (8.);
- a távközlési szolgáltatások integrációja, az ISDN (9.).

A tudományos helyzetképet készítették:

- Dr. Sallal Gyula (Posta Kísérleti Intézet)  
(1., 7. és 10. fejezet)
- Blum Endre (Posta Kísérleti Intézet)  
(9. fejezet)
- Bóti László (Posta Kísérleti Intézet)  
(6. fejezet)
- Dr. Ferenczy Pál (BME-HEI) (3. fejezet)
- Dr. Gordos Géza (BME-HEI)  
(2.1, 2.2, és 8.1 fejezet)
- Dr. Gosztony Géza (BHG-Fejlesztési Intézet)  
(2.3 fejezet)
- Horváth Pál (Magyar Posta Központja)  
(2.5, 5. és 8.3 fejezet)
- Dr. Huszty Gábor (Posta Kísérleti Intézet)  
(9. fejezet)
- Dr. Kovács Gizella (Posta Kísérleti Intézet)  
(2.4 fejezet)
- Dr. Ladvánszky János (Távközlési Kutató Intézet)  
(2.4 fejezet)
- Lajkó Sándor (Telefongyár)  
(4.1 és 4.2 fejezet)
- Mazgon Sándor (Posta Kísérleti Intézet)  
(8. fejezet)
- Dr. Molnár Pál (5. fejezet)
- Pribelszky György (Távközlési Kutató Intézet)  
(4.4 fejezet)
- Dr. Róna Péter (Távközlési Kutató Intézet)  
(4.3 fejezet)
- Dr. Seres Péter (Posta Kísérleti Intézet)  
(5. fejezet)

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani a szerzőtársak nevében is a Magyar Tudományos Akadémia Távközlési Rendszerek Bizottságának a bizalomért, amellyel ránk bízta a helyzetkép összeállításának feladatát, a figyelemért, amellyel kísérte kétéves tevékenységünket és tanácsokat adott az anyag kialakításához. Végezetül szeretném megköszönni szerzőtársaimnak a helyzetkép létrehozásában nyújtott lelkiismeretes és áldozatos szakmai tevékenységét, a közös munka örömét.

Dr. Sallal Gyula  
a tudományos helyzetkép készítő  
munkaközösség vezetője