



HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

XL. évfolyam

BUDAPEST

1989 **4-5**

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XL. évfolyam, 1989. 4-5. szám

BHG ORION TERTA

MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXXV. évfolyam, 1989. 4-5. szám

MEV REMIX TKI

MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

VII. évfolyam, 1989. 4-5. szám

Felölős szerkesztő:
DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

A szerkesztőbizottság elnöke:
HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:
ANGYAL LÁSZLÓ
MÉREY IMRÉNÉ
SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

HTE
Rovatvezető: Mérey Imréné
Dr. Flesch István
Gál Ferenc
Dr. Prónay Gábor

BHG
Rovatvezető: Angyal László
Tudományos szerkesztő: dr. Frajka Béla,
Bernhardt Richard, dr. Eisler Péter,
Fazekas László, dr. Gosztony Géza,
dr. Kerpán István, Klug Miklós,
Laczkó Endre, Sztaiacs Ákos

MEV
Rovatvezető: Kászonyi László
Tudományos szerkesztő: dr. Kormány Teréz,
Balogh Albert, Osornai László,
Czermann Mihály, Hidas György,
Huszka Zoltán, dr. Ligeti Róbertné,
dr. Mátrai Géza, dr. Motál György,
Schödl Ervin

ORION
Rovatvezető: dr. Somogyi András
Tudományos szerkesztő: dr. Frigyes István,
Denk Attila, Froemel Károly,
Nóvik Lajos, Szász Gerő

REMIX
Rovatvezető: Rippel Géza
Tudományos szerkesztő: dr. Kormány Teréz,
Balanyi Szilveszter, Bodnár László,
Kovács Gyula, Mészáros Sándor,
Molnár László

TKI
Rovatvezető: dr. Baranyi András
Tudományos szerkesztő: dr. Lajtha György,
dr. Henk Tamás, dr. Kasa István,
Megyesi Csaba, dr. Sárkány Tamás,
dr. Simonyi Ernő

TERTA
Rovatvezető: Szalay Tibor
Tudományos szerkesztő: dr. Gordos Géza,
Keller János, Márk Zoltán,
Porpáczy Elemér, Schnürmacher Tamás,
Török László, Veress Péter

Szerkesztőségi ügyekben és kéziratok-
kal kapcsolatban felvilágosítást ad: Szöl-
lősi Györgyné.
Telefon: 495—098

ROVATOK

Egyesületi élet
Rendszertechnika
Kapcsolástechnika
Vezetékes technika
Fénytvázközlés
Vezeték nélküli technika
Adástechnika
Vételtechnika
Mikroelektronika
Alkatrésztechnika
Hálózatelmélet
Elektromágneses problémák

ROVATGAZDÁK

HTE (H)
TKI (□)
BHG (#)
TERTA (↔)
ORION (*)
MEV (↑)
REMIX (△)

ROVATTÁRSÁK

BEAG HTV
BME KONAKTA
BRG KŐPORC
EMO KFKI
El. Szöv. M. Posta
FMV ML
GAMMA MM
HTSZ MFKI
HAGY TUNGSRAM

TARTALOM

A távközlés tudományos helyzetképe '88	97
– Előszó	
– Távközlési szolgáltatások fejlődési irányai	
– Alaptudományok	
– Műsor- és adatszórás	
– Átviteltechnika	
– Kapcsolástechnika	
– Mobil távközlés	
– Hálózatok felépítése és tervezése	
– Telematika és adatátvitel	
– Integrált szolgáltatású digitális hálózatok	
– Összegezés, következtetések	
VENKITA N, SESHADRI - C. S. SAVOLAINE: Az AT&T nemzetközi kapcsolat beszéd szolgálatának teljesítmény kiértékelése	140
NITSCH, R.: Nagybonyolultságú elektronikai távközlő rendszerek meghibásodási in- tenzitásának számítógépes előrejelzése	144
Könyvismertetés (dr. Solymosi János)	148
PENTTI JÄÄSKELÄINEN: Felhasználó-orientált áramkörökre vonatkozó minőség- és megbízhatóság biztosítási tervek és tapasztalatok	149
Felhívás	150
CZEINER ANTAL: A használhatósági és megbízhatósági terv II. rész. A használható- ság és megbízhatóság célszerű mértékei	151
Sokszolgáltatású interaktív KTV kísérleti hálózat a PKI-ban (Stefler Sándor)	158
Digitális beszédfeldolgozás - elvek és alkalmazások	158
Hírdetés	159
Tartalmi összefoglalások	160

ELŐSZÓ

Nagy örömmel és tisztelettel köszöntöm az Olvasót abból az alkalomból, hogy "A távközlés tudományos helyzetképe" megjelenik a Híradástechnika *összevont* számában is.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya keretében működő Távközlési Rendszerek Bizottság fontos feladatának tekinti a tudományos helyzetképek kidolgozását. Érdemes elgondolkozni azon, hogy tulajdonképpen mi egy tudományos helyzetkép célja. A Távközlési Rendszerek Bizottság véleménye szerint ezek a tanulmányok egy-egy szakterület nemzetközi és hazai helyzetét tekintik át és kísérletet tesznek a hazai szempontból fontosnak ígérkező tudományos irányzatok felismerésére. Rendszeres publikálásuk a Híradástechnikában széles körben segítette a tájékozódást és a szakmai közvélemény formálását. A helyzetképek elsősorban műszaki kérdéseket taglalnak és a problémák mélyebb elemzésére vállalkoznak. A nemzetközi tapasztalatok jobb hasznosítását szorgalmazzák hazai tevékenységünkben, de nem alkalmassak aktuális — ipari, gazdasági, fejlesztési stb. — döntésekben történő közvetlen felhasználásra. A tudományos helyzetkép a "helyzet képe" abban az értelemben is, hogy kik azok a szerzők, akik ilyen típusú feladatokra vállalkoznak és megállapításaik, felismeréseik mennyire bizonyulnak a későbbiekben igaznak. Egyetlen szakmallyal felkészült szerző, egyetlen komolyan működő bizottság sem érezheti magát tévedhetetlennek.

"A távközlés tudományos helyzetképe" különleges helyet foglal el a Híradástechnikában megjelent helyzetképek között. A tizenhat - szakmai körökben elismert - szerző a távközlés egészét vizsgálja, az alaptudományoktól kezdve az integrált

szolgáltatású távközlési hálózatokig. Az Olvasó figyelmét külön felhívom a tudományos helyzetkép logikus formai felépítésére, és ugyanakkor a szerzők ennek ellenére megnyílvánuló eltérő szemléletére. Az Olvasó, mint egy-egy témakör szűkebb specialistája mérlegelheti, hogy a fejezet szerzője mit tartott fontosnak - az adott keretek között - a helyzetképben szerepeltetni. A többi fejezet olvasásakor pedig képet kap arról, hogy milyen kérdések foglalkoztatják a szomszédos szakterületek művelőit. A helyzetkép tanulmányozása ráirányítja az Olvasó figyelmét arra is, hogy mit kell tanulni annak érdekében, hogy szakmai színvonala lépést tartson az újabb eredményekkel.

A Híradástechnika Olvasóit nem kell meggyőzni a távközlés fontosságáról. Az előttünk álló műszaki feladatok azonban korszerű szakmai ismereteket kívánnak. Ezért örülünk annak, hogy a Híradástechnika szerkesztősége lehetőséget adott a tudományos helyzetkép *összevont* számban történő közlésére, és köszönjük Dr. Tófalvi Gyula főszerkesztő fáradozását az akadályok eltávolítása érdekében. Közös szándékunk szerint a tudományos helyzetképek közlését a Híradástechnikában folytatni fogjuk. Az Olvasók véleményeit, észrevételeit és javaslatait előre is köszönjük.

Budapest, 1988. december

Dr. Géher Károly
az MTA Távközlési Rendszerek Bizottság
elnöke

A távközlés tudományos helyzetképe '88

MTA TÁVKÖZLÉSI RENDSZEREK BIZOTTSÁGA

ÖSSZEFOGLALÁS

A folyóirat különszáma a távközlés 1988-ban élenjáró nemzetközi eredményeiről, a perspektívikus fejlesztési irányokról és a távközlés kutatásának legfontosabb hazai teendőiről ad áttekintést. A helyzetkép fő fejezetei: alaptudományok (információelmélet, jelfeldolgozás, forgalomelmélet, áramkörelmélet, hardver és szoftver technológia), műsor- és adatszórás, átviteltechnika (fém 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 megteremtette 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 távközlésű 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 széles 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 célkitűzéselt 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 folyamamban 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. alakzatfelismerés, mesterséges beszédfunkciók) összefüggő szolgáltatások.

4. Az előfizetők mind több közvetlen vezérlési lehetőséghez jutnak a távközlési erőforrások fellett (hívásátírányítás, 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, szabályozásoktól 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

megvalósítása felgyorsul a kiscellás technika gazdaságosan realizálhatóvá válása folytán.

E fejlődési irányzatok intenzív művelésének lehetősége kutatóink, fejlesztőink számára csak ritka esetben adatik meg. A követő, adaptáló vagy éppen konkrét problémákat megoldó fejlesztési tevékenységünk során nem veszíthetjük szemünk elől a nemzetközi fejlődés áramlatait. A következőkben először az alaptudományok távközléstechnikához kötődő eredményeit, majd az egyes távközlési funkciók megvalósítása terén kiemelkedő irányzatokat, végezetül a hálózatok és szolgáltatások létesítésének irányzatait, helyzetképét vázoljuk fel. Áttekintésünk a távközlési szolgáltatásokon túlmenően a műsorszórás eredményeire is kiterjed, amellyel a két terület technológiájának konvergenciáját is hangsúlyozni szeretnénk.

Alapvető feladatunknak tekintjük annak bemutatását, hogy a mikroelektronika, a fényvezető- és a szoftvertechnika további rohamos fejlődése a távközlési rendszerek és szolgáltatások forradalmi változásának enged teret, amelynek a kibontakozása műszaki szempontból a digitális technika lehetőségeinek kiaknázásán, a szoftveren, a hálózatok megfelelő felépítésén és működtetési módján múlik. A hazai teendőkre témakörönként utalunk.

Az egyes fejezeteket (az Alaptudományok fejezetben alfejezetként) irodalomjegyzékkel zárjuk.

IRODALOM AZ 1. FEJEZETHEZ

- [1] Dorros, I.: Evolution for the information age - the challenge to network planning. 3rd Internat. Network Planning Symp. In: Inisbrook, Florida, 1986. pp. 1-4.
- [2] Yoshida, S.: Recent development in Japanese telecommunication networks. 3rd. Internat. Network Planning Symp. In: Inisbrook, Florida, 1986. pp. 12-15.
- [3] Schaffer, G.: The telecom scenario and future trends in the EC. 12th Internat. Teletraffic Congress. Proc. Vol. 6. No. 6.2A.1. Torino, June 1988.
- [4] Vickers R., Villmansen T.: The evolution of telecommunication services in the next decade. Proc. of the IEEE, Vol. 74. No. 9. Sept. 1986. pp. 1246-1261.
- [5] Falconer, W.E., Hooke, J.A.: telecommunications services in the next decade. Proc. of the IEEE. Vol. 74. No. 9. Sept. 1986. pp. 1246-1261.
- [6] Gimpelson, L.A.: Prospects and requirements for ISDN services. 12th Internat. Teletraffic Congress. Vol. 6. No. 1.4A.1. Torino, June 1988.

2. Alaptudományok

E fejezetben az alaptudományok távközléstechnikához kötődő eredményeit információ-, jel- és forgalomelmélet, illetve a távközlési technológia és szoftver csoportosításban tekintjük át. Ezen eredmények együttesen alapozzák meg a távközlés fejlődését, az ISDN koncepció realitását.

2.1. Kommunikációs modellek, információelmélet

Az információelmélet létrejöttét — amelynek időpontja formálisan Shannon alapvető értekezésének publikálásához köthető — lényegében a távközlés motiválta. A megszületett információelmélet azonnal jól szolgálta és azóta is jól szolgálja a távközlést, mert egyrészt lehetőséget teremt a különböző technikával megvalósított hírközlő csatornák összehasonlítására, másrészt feltárja az e csatornákon való információközlés elvi határait és ezáltal ösztönzést ad ezen elvi határokat megközelítő eljárások, technikák kidolgozására.

Nyílt Rendszerek Összekapcsolása (OSI)

Az informatika legnagyobb jelentőségű távközlési kihatású eredménye az információáramlás és =csere referencia-modelljének, az OSI-nak (Open System Interconnection) a megalkotása volt. Az OSI modell az ISDN koncepció egyik alapkövévé vált.

A számítástechnika rohamos fejlődése egy ponton azért torpant meg, mert a számítástechnikai eszközök javarésze nem volt egymással és - csatlakozásokat tekintve - a távközlő hálózattal kompatibilis. Az inkompatibilitás a legkülönbözőbb szinteken nyilvánult meg. Más csatlakozókat, más feszültségszinteket, más szinkronizációs eljárásokat, más hívási procedúrákat használtak, ugyanaz a bit-kombináció mást és mást jelentett, egymás operációs üzeneteit nem tudták értelmezni.

Az ISO (International Standards Organization) közelítette meg legsikeresebben a fentiekből következő szabványosítási feladatot azzal, hogy megalkotta a *nyílt rendszerek összekapcsolásának (OSI) alap referencia modelljét* (ISO/DIS 7498, 1982. ápr.) [1,2].

Az ISO referencia-modell a csomagkommunikációs látásmód szellemében fogant. A vonalkommunikációra, továbbá a beszédátvitelre és kapcsolásra való egységes — ISDN elvű — alkalmazhatóság érdekében a CCITT az OSI modellt továbbfejlesztette [3]. Az OSI modell lényegében az információcserében szóba jövő elemi tevékenységek felmérésén és ezek logikai egymásraépültségét kifejező hierarchikus csoportosításán alapul. Így hét tevékenység-csoport — OSI szóhasználat: réteg — alakult ki (a fizikai közegtől a felhasználó felé haladva: fizikai, adatkapcsolati, hálózati, szállítási, viszony, megjelenítési és alkalmazói). Az első három réteg a hagyományos távbeszélő-, ill. adatátvitelben is szokásos volt. Ezek segítségével pl. a helyes szintek, az adatátvitelben megszokott hibakorlátozási vagy távbeszélésben megszokott kapcsolási feladatok oldhatók meg. A magasabb szintű rétegek segítségével olyan kérdések is kezelhetők, amikor a felhasználók (gépek) különböző formátumban írnak, különböző "nyelvet" beszélnek, stb., amikor az emberi kommunikációban sokszor segítő emberi találékony-

ságot, illetve helyzetfelismerési 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 negysebességű (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] sáv szélesség 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 szabványa 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 e 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 rejtésinél.) A konvencionális titkosításnál újabban kulcs-hierarchiát használnak, ahol csak a mesterkulcs kerül el védett módon az állomásokhoz, 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 értelmez. 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 számításigénye 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 védetség 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 — különbözteti el. Speciális csatornán a kódosztású technikával sokfelhasználós hírközlést jó eredménnyel valósítanak meg.

Döntő fejlődés következett be a véletlen hozzáférésű (ütközéses és visszacsatolásos, ill. vivőérzékeléses és ütközésetektáló) eljárások elméletében és gyakorlatában mind vezetékes, 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 lejártszódó fejlődés minél szélesebb körű és ugyanakkor érdemi figyelemmel kísérése. Csak így biztosítható, hogy a műszaki fejlődés arculat-meghatározóivá váló témákat időben felleljük. A figyelemmel kísérés nem lehet minden szakterületen azonos mélységű. A súlypontokat azon külföldi műszaktudományos centrumok tevékenységére célszerű helyezni, amelyek hagyományos forrásai a távközlési innovációnak (pl. az amerikai ATT-Bell Laboratórium és M.T.T., a British 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 készü-

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 továbbfolymatni.

IRODALOM A 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 leírasi módszerei I. rész, Híradástechnika, Vol. XXXVIII., 1987. No. 12. pp. 529-538.
- [4] Berlekamp, E.R., Peile, 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 disziplinát 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 spektrális becslés technikája mindezek után sem tekinthető lezártnak, eredményes vizsgálatok folynak a spektrális 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 átlaghlba, 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-csoportonként), melynek eredményeit most kezdi 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 ma már teljes biztonsággal tervezhetők a begerjedés veszélye nélkül. A hagyományos előfizetői érpáron való kétirányú digitális jeltovábbítás echo-elnyomáson alapuló változata szintén kialakult és integrált-áramköri formában realizálódott.

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

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

Beszéd- és képfeldolgozás

A jelfeldolgozás egyik leiterjedtebb 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 (voice mail) esetén — rögzítéséhez/visszaadásához. A CCITT azonban — elsősorban a többszörös átalakítások és a nem-beszéd típusú információk átvitelénél fellépő hatások még nem teljeskörű 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 előállítás* (beszédszintézis) kötött kifejezés-tár esetén 3...0,8 kbit-nyi tárat igényel 1 sec-nyi tökéletesen intonált, és bár gépi, de nem irritáló hangszínnű 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 *beszédfelismerés* a hanggal vezérelt távközlési szolgálatok (Voice Activated Speech Services) és különösképpen mobil távközlésnél a "tárcsázási" információ biztonságos hang-bevitele 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 beszédfelismerési algoritmusok sajátos módosításával kínál értékes kutatási területet. A beszédszintézis 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 beszédkódoláshoz hasonló szerepet. A háromdimenziós lineáris predikcióval [1], a látásmodellt felhasználó kódolóval [9] a mozgókép kezelése néhányszor 10 Mbit/s-mal megoldható. Hosszabb- rövidebb időre kimerevített állóképek sorozata, 2,048 Mbit/s-os vonalon, illetve elfogadható képtelefon minőséggel 64 kbit/s-os vonalon feltehetőleg jó kompromisszum lesz képátvitelt is biztosító ISDN összeköttetésekben.

A kép- és beszédfeldolgozás 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 készíthetők kb. 1 MHz felbontású spektrumanalizátorok, 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 órási 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 fénymodulátor, korrelátor, konvolváló és késleltető megvalósításán dolgoznak. A jelfeldolgozás a távközlésen túl széleskörű alkalmazást nyer és újabb kutatási irányt kap a radar, távérzékelés, orvosi biológia és robotika területén.

Hazai kutatási feladatok

Az adaptív és gyors algoritmusokra helyezett hazai súlypont az echoelnyomás, a kéthuzalos 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 beszédelőállítás és a beszédfelismerés irányában; ezek ugyanis lényegi nyelvfüggőséget mutatnak, így megoldásuk csak is hazai kutatással készíthető elő. E területekhez kapcsolódva is indokolt a mesterséges intelligencia hazai kutatása. A nem tisztán elektronikus eljárások területén fontos a világ vezető kutatólaboratóriumaiiban 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., Kallath, 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., Gautier, 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 közősek 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 (vonali-, csomó- /burst/, illetve csomagkapcsolás), az egymás mellett, ill. alatti OSI rétegek közötti protokollok szabályai, stb. [1,2].

Egyre több figyelmet fordítanak a távközlési rendszerek részeinek 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) kapcsolat 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 között nyújtott minőséget (network performance), vagyis a felhasználó és a hálózat szempontjainak szétválasztását.

Egyes, régen ritkábban alkalmazott vizsgálati módszerek szinte mindenmapos rutin eljárásokká váltak. Elsősorban érvényes ez a számítógépes utánzásra 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 forgalom mérés 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 (lépcsőzésekre) vonatkozó vizsgálatok és mennyiségileg lecsökkentek a sokfokozatos kapcsolómezőkkel foglalkozó közlemények. Sokfokozatos mezők digitális kapcsolóközpontokban is vannak, de forgalmi méretezésük a meglevő módszerekkel megoldható. További könnyebbésséget 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, hálózatirányítás), 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 optimalással [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 információvesztéshez vezet. Túltelítéskor a mintafelvétel ritkítható, ez kiküszöbölhető a csomósítással, de más jellegű torzulást hoz (1. még 5.3. alfejezet) [7].

c/ Kis cellás rádiótelefon rendszerek, ahol a fennálló kapcsolatok átrendezéséből származó előnyök, a jelző- és beszédcsatornák szétválasztásának forgalmi következményei és a célak közötti mozgás kapcsán fellépő csatorna-hozzáférési problémák jelentik a fontosabb vizsgálati irányokat [8].

d/ A TPV kapcsoló központok túltelítés elleni védelméhez terjednek az olyan többlepcsős szabályozási módszerek, amelyekben egyidejűleg több jellemzőt (pl. igénybeérkezési gyakoriság és központi vezérlő terhelés) kísérik figyelemmel.

e/ A várakozásos rendszerekkel kapcsolatos vizsgálatok területe nagyon kiszélesedett. Az érdeklődés fő iránya a GI/G/N (általános bemenet és tartásidő, N kiszolgálószerv) elrendelések különböző változatai és a várakozásos hálózatok [9].

f/ A véletlen hozzáférési eljárásokkal kapcsolatos eredmények közül a stabilitási vizsgálatokat, a vivőérkezési módszerek finomítását és a konfliktus feloldó algoritmusok fejlesztését kell említeni [10].

Napjainkban még nem beszélhetünk az ISDN és ezen belül a közös csatornás jelzésrendszer kialakult méretezési gyakorlatáról. A fenti a-f/ pontok vizsgálatai, mint építőkövek ugyan szinte mind ide sorolhatók, de az átfogó elvek még hiányoznak, pl. a hálózatban megjelenő forgalom felméréséről és leírásáról, a felhasználói végberendezések intelligenciájának hatásáról vagy akár a hálózat teljesítőképességének pontosabb értelmezéséről. Legújabbban a CCITT E. 700 sorozatú ajánlással adnak bizonyos eligazítást.

Hazai kutatási területek

Hazánkban egyetemi, akadémiai, postai és iparvállalati kutatóhelyek az alábbi témákban foglalkoznak forgalomelméleti vizsgálatokkal:

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

A fontosabb hazai kutatási-fejlesztési feladatok az alábbiak:

- különböző szolgáltatások 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, túltelítés elhárítási módszerek;
- véletlen hozzáférésű rendszerek forgalmi problémái (elsősorban LAN és PABX orientáltak);
- adatátviteli protokollok forgalmi vizsgálata;
- új szolgáltatások 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 áramkörelmélet

Az új távközlési szolgáltatások tömegessé tétele minőségileg új követelményeket támaszt a mikroelektronika és az áramkörelmélet 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 hátteréből 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 korlátozzuk. 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 áramkörelméleti 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 felületselektrelési 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-lepték 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 IBM₂ típus. A felhasznált szilícium mérete $10 \times 10 \text{ mm}^2$, az áramkör $2 \text{ }\mu\text{m}$ felbontású, polyszilícium vezérlőelektródás 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 x 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 alkatrészbázisának 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 jobbák 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 elemévé tehetik. Ezek távközlésben történő alkalmazása beláthatatlan távlatokat nyithat.

A fenti törekvések mellett a távközlés szempontjából döntő jelentőségű a *funkciók integrálása*. Minden bizonnyal javítani fogja a televízióvevőkészülékek megbízhatóságát és csökkenteni az árát az az új videojel-feldolgozó IC, amely A/D konvertálás után, adaptív szűrőfunkciók alkalmazásával a fényességi 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 jelentkezik 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 összekapcsolásával 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 kívánczik 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 maszkos igénye mellett a BICMOS technológia 14 maszkja nem jelent lényeges többletet. Összehasonlítva a különböző digitális integrált áramkör-fajtákat, figyelembe véve a fejlesztési, az előállítás és a szervíz költségeket az 1984. és az 1987. évben és az 1990. évre várhatóan, kitűnik az MSI visszaszorulás és a többi IC-fajta (vendor 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 kihozatal 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 sáv szélessége 3,8 GHz. A továbblépés egyik iránya nemlineáris eszközök készítésére a molekulásugaras epitaxia alkalmazása GaAs hordozón. Olyan, egyszerű felépítésű fényhullámsávú 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 lecsorítani.

Az optikai jelek irányítására a kis áthallású 4 x 4-es optikai kapcsolómátrixot készítettek. A TiLiNbO₃ 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 csatornahuzalsűrűség 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 kifesztett 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 elemértékek pontosságának növelését tűzik ki célul. Eredményül olyan algoritmus adódott [6], mely a klasszikus szintéziseljárásoknál 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 elemértékekre 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 dinamikatartomány 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 kutatónak kétféle feladata adódik: a nemlinearitások kihasználása és a nemlineáris másodlagos effektusok csökkentése. Az utóbbi évek eredményei közül a Volterra-sor 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 számításigény, így az alkalmazott félvezetőmodellek egyszerűsítése is kritikus probléma. Az áramkörelméleti témakörök mindegyikében magyar kutatóhelyeken is számos eredményt értek el [9].

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 makroszkopikus 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 forraszmaradvány 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) kártyákon 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 raszterméretek csökkenése tapasztalható.

Az felületszerelés ideális kivitelezési módja az újraömllesztéses (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 forraszpasztá 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 folyasztószerkek 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-panellek 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 litográfiához szükséges rajzolatok mennyisége folytán. Az áramköri (in circuit) és funkcionális tesztelési eljárások mindennapossá válásával, a gyártási folyamatba bekerült PC-k segítségével a gyártás minősége, a megbízhatóság jól kézben tarthatóvá válik.

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

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 telepítéseknel kis teljesítményigényű berendezésekhez a kombinált áramfejlesztés térnyerése jellemző, reléláncoknál a nap + szélenergia 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 kivitt ezeknél a készülékeknel 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, újabban carbonszál erősítésű vagy Kevlar szálak 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 külsőtéren 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 tendenciáit 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, előnyei azonban magas importhányad igénye (ragasztó, paszták, alkatrészek) és az NYHL technológia hazai korlátai miatt csak fokozatosan bontakoznak ki. A többféleképpen megvalósításra kerülő multiréteg gyártás és a garantált minőségű alap- és segédanyag iránti igény az alkalmazott technológiai kutatás-fejlesztés számára ad feladatokat. Hiányoznak a korszerű, kártyahierarchiát is megengedő villamos kötőelemek a hazai termékek közül, pedig kooperációban még a berendezés- és készülékgyártók számára ugrásszerű konstrukciós fejlődést jelentő press-fit gyártás is kifejleszthető 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, protollok) a hálózati ele-

mek intelligenciájára épülnek, azokat intelligens eszközökkel valósítják meg.

- A szoftver és a protollok 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, kezdeményezhetl akár az üzemeltető (pl. hálózati irányítás), 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 magánhálózatuként 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 korai

szakaszára (követelmények megfogalmazása, rendszertervezés, fejlesztés) koncentrálódik. A szoftver magas értéke és a megbízhatóságra törekvés megváltoztatta a fejlesztői gondolkodásmódot: a terjedelem 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 eszközrendszerének tudatos alkalmazása elérhető közelségbe hozta a hibátlan szoftver előállításának lehetőségét. A hibamegelőzés módszerrel:

- 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 eszközkészlet 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 módszerrel.

- tesztelés: a legáltalánosabban használt, de nem a legeredményesebb módszer;
- a specifikáció helyes értelmezésének a felületvizsgálata (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 (valósídejű), konkurrens (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 (EWSD) alkalmaznak, a perspektívikus 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 távbeszélő 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 el látására alkalmas szakemberek folyamatos képzésére. A korszerű TPV szoftverek adaptálásához is elengedhetetlen a szuperbonyolult, sokprocesszoros rendszerekben futó szoftverek hatékony fejlesztési környezetének kidolgozása.

IRODALOM A 2. 5. FEJEZETHEZ

- [1] Keiser, 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] Szoftverkülönszám: 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. Fernmelde - 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 műsorszórtó rendszerek fejlődését tekintti át. A digitális megoldások berobbantak e 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 már kezdett háttérbe szorítani 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 e 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 egyet sem 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 átteljes oldalsáv vétele jó megoldást kínál, és különösen rövidhullámon az egyoldalsávós vételi teljesen mentesíti a szelektív fading nemlineáris torzításaitól. Az ECSS vételi rendszert az integrált áramköri technika fokozott kihasználása tette lehetővé és ma már a frekvenciaszintézises 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 amplitudó 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 műsorsugárzás 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 FMX 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 segédvivő modulációjával lehet a keresett személy digitális hívó kódját továbbítani. Ez a kód annak és csakis annak a vevőnek a kimenetét aktivizálja, amelynek a száma megegyezik a küldött hívó kóddal. Így személyre szóló telefonüzeneteket lehet továbbítani (pl.: az illető jelentkezzék 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 pilotvivő többszörösére beállított segédvivővel jelzi a dekódertes vevőknek, hogy az ARI rendszerben dolgozik. A közleményt megelőzően ezen a segédvivőn 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 körzetre szóló üzeneteket, ha történetesen nem is hallgatja a műsort, vagy mást (pl. kazettás magnót) hallgatott. A közlemények végeztével az eredeti vételi állapot helyreáll a segédvivő 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. Négyfázisú PSK jellel 250, illetve 500 kHz sáv szélességgel 12 független hangcsatornát sugároztak kísérleti célból az e célra kialakított vevők részére, 47 MHz-es vivővel. Általában kedvező gyakorlati tapasztalatok születtek, a megoldandó problémák közül egyedül a reflexiók (többutas) terjedés okozta bittévesztést 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 hangvivő egyidejű használatán alapszik, az amerikai eljárás a pilotvivős 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 sztereókéthangos 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* (képűrság) szolgáltatás [6] az elmúlt évtized egyik leglátványosabb újdonságának bizonyult. A televízió jellel együtt, de annak zavarása nélküli 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 leküldése 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 megteremtse a HD-MAC eljárásnak nevezett összeférő 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 dekóderrel 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 késik-e (vagy siet-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 megfejtő IC-k is kaphatók monolit kivitelben.

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 kiírhatja 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 színes tv színsegédvívója (NTSC, PAL vagy SECAM) lényegesen rosszabb jel/zaj-jal jut át a csatornán, mint a világosságjel energiasűrűsége.

gazdag kislekveklás összetevőll. A frekvenciamoduláció céljára sokkal jobb a TDM alapsávl 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 képműsört kísérő hangcsatornákat is, így azok különösen alkalmasak a DBS frekvenciamodulált csatornáján történő átvitelre. A rendszerek tervezőll figyelembe vették a WARC'77 genfi egyezmény (World Administrative Radio Conference) előírásait a csatorna-sávszélességre, továbbá a csatornakapacitás 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-sávszélességet, de 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 kommandált 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.

Érdeklése 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 vlvő frekvenciamodulációjával továbbítják, míg a csomagokba rendezett hangcsatornák egy speciális 2-4 PSK rendszerben modulálják a vlvőt. A végeredmény az, hogy annak ellenére, hogy időben váltakozva 3 különböző jelet (hang-csomag, színkülönbségi jel, világosság jel) vlv 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 alapsávl videojel sávszélessége kb. 8,4 MHz mind a világosság, mind a színkülönbségi jelek esetén, míg a digitálisan kódolt, bináris hang-csomagjelek 11...12 MHz sávszélességű 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 frekvenciamodulációval 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 sávszélessége kb 30 %-al kisebbre (kb. 8,4 MHz-re) vehető, mint amekkora sávszélességre (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 sávszélességű csatornán is átvihető gyakorlatilag bittévesztés nélkül, míg a komprimált video jel összetevők természetesen továbbra is igénylik az eredeti 8,4 MHz sávszélességű 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 sávszélességet ugyanis csak a C változat használja ki optimálisan, a D verzió - bár ugyanazt az információátviteli sebességet biztosítja, mint a C bittévesztési valószínűsége nagyobb C-nél, mivel a duobináris kód kisebb sávszélességet, de egyben jobb jel/zaj-t igényel a bináriséhoz 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 sávszélességű 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 sávszélességben 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 sávszélességű csatornába kényszerítjük, akkor a duobináris hangjelek bittévesztési valószínűsége hirtelen megnő és a rendszer nem használható. Ezzel szemben a D2 változat sávszélességét 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 átalakítani, 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 periodikusan ismételve a lapokat. A tengeren túl, ahol eddig gyakorlatilag csak hirdetésekkel 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 árrendelések, helyfoglalások, jegymegvételek (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 programszétosztási 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 beépíthetők 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 reálisnak.

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 figyelmet 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 kísérni, hogy Európában mely műsorszóró társaságok vezetik 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/kéthangú tv problémájára: miután a szomszédos Ausztria a kéthangvívós 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 kérdés és nem kell 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 és 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-Fisher: 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 fényvezetős átvitel terén tapasztalható, amely várhatóan a hálózat felépítésének a fényvezetős átvitel terén tapasztalható, amely várhatóan a hálózat felépítésének lényegi módosulását is eredményezni fogja.

4. 1. Fémvezetős átviteltechnika

A legtöbb ország a 80-as évek elején kimondta, hogy a jövőben nem telepít új analóg rendszerű átviteli berendezéseket. Évtizedes nagyságú lesz még azonban 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 csatornáig szabványosított berendezésekkel és vonalszakaszokkal — fejlettségük teljességét érték el. Továbbfejlesztésük már nem aktuális. Magyarországon a rendszer családot 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 kábelérpárok, a 34 Mbit/s-os terciér rendszer pedig a mikrohullámú vonalakon, jelzés-illesztő transzlátorok közbeiktatásával köt össze városi nagyközpontokat. Külföldön (pl. Ausztriában) koaxiális városi kábelt 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-előfizetőiig való digitális átvitel széles körűvé válására most értek meg a feltételek. Kialakultak a kéthuzalos előfizetői vonalon megvalósítható digitális (néghuzalos) átvitel különböző technikai megoldásai. Az előfizetői-előfizetőiig 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 lehetőségei 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 alkalmasság szintjéig jutott el. Csaknem minden felhasználó döntött e 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 erősítőszakasz 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 gyártástechnológiailag finomítások eredményeként csak az egymódusú (monomódusú) szál tekinthető a jövő igényeit kielégítő típusnak. Ma már nemcsak műszakilag, hanem gazdaságilag is előnyösebb e szál, ára 1985 óta alacsonyabb a többmódusú szál áránál.

A szál-anyag kutatása terén a szennyező részecskék méretének a kézbe tartása, 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 μ 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) "elsimított 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 technológiailag kézbe tartása azért lehetséges, mert a teljes diszperziót előidéző többféle fizikai jelenség közül a szál anyag-diszperziós-karakterisztikája széles hullámhossztartományban ellentétes előjelű a szál hullámvezető-diszperziójával. 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 maghoz képest. Az ilyen, különféle és többszörös, egymásra helyezett héjszerkezettel — mint hullámvezetővel — érték el, hogy a kétféle diszperzió egymást széles tartományban kiegyenlíti.

A törésmutató-profil pontos létrehozására újabban plazma-impulzusos technikát alkalmaznak, illetve különféle adalékanyagokat (ritka földfémek, jódok) jól vezérelten adagolnak. A 2 μ m körüli hullámhosszak esetén nehézfémm-fluorid, a 6 μ m-es hullámhossznál a nehézfémm-klorid szálak alkalmazásával a csillapítást 0,001...0,01 dB/km közé sikerült csökkenteni. Ez lehetővé teszi majd 3-10 ezer km-es, ismétlődőállomás 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 kiszélesedéséhez.

A *lézerdiodák* (LD) kutatásánál a leglátványosabbak az eredmények. Az adóteljesítmény növekedett, elértek 100 mW-nál nagyobb teljesítményt is hosszúidejű, 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 rezgett szerkezet akadályozza meg egy-nél több frekvencia (többszörös) 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 között. E rácsot felhasználva lehetséges a dióda integrálása más optikai elemekkel (pl. az egyik oldalán fotódiódával, 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 fénycsatolás nagyobb hatásfoka és az összetevő elemek közötti nagy elektromos szigetelés. Ugy tűnik, hogy e 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 lavinadiodák (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 négykomponenses 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 száltengelyre 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 film, mechanikai lépésekben. A heggesztés 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 lézerefénynek a szál egyenlőtlenségein és a kötéseknel, dugaszoknál keletkezett reflexióját, továbbá a szálban folyamatosan keletkező visszaszórást (Rayleigh back-scattering). Az első hibahelybehatárolásra, 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 - multiplikáltak 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 díszkrét csatornát vitt át egy multimódusú szálon mindössze öt LED használatával (mindegyikhez 8 bemenetű dichroic szűrő szolgált 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 jövőbell, 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 leg-*hatékonyabbnak* bizonyult, PSK-rendszerű homodín (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 Plesseynél 170 km-es összeköttetésen 2 Gbit/s sebességű átvitelt demonstráltak közbelső erősítés nélkül koherens átvittel, PSK modulációval.
- Az STC (Anglia) sikeresen alkalmazott koherens vételtechnikával 15 dB-es érzékenységjavulást a vételben. Ugyanezen cég egy másik projektben a 140 Mbit/s-os homodín 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 vizsgázt.
- 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-Philips 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 téma jövőbell 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 átléphetők az elektronikus megoldások korlátai. A fénytávközlési kutatás a fény megkülönböztető jellemzőinek céltudatosan a távközlés-technika (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 jelfeldolgozásban, 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 irányjaiban 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 késéssel hozzáférhetők). A ma berendezéstervezője számára kellő teljesítményű és stabilitású jelforrások 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 belüli 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 jószerével 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 fázisbilleentyűzés) modulációs rendszert 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). Miután a nagytávolságú 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 találhatók 64-QAM-re és laboratóriumi beszámolók ismeretese 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 működnie.

A gyakorlati kérdések legfontosabbika, hogy az áramköröknek szinte torzításmentesnek kell lenniük. Ez a legtöbb esetben körültekintő áramkörtervezéssel elérhető. Különleges feladatot jelent a mikrohullámú teljesítményerősítő linearitásának 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 méreteinek 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) találhatók, 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-

lőkészítésére hullámterjedési kutatások folynak a 10–23 GHz-es frekvenciában. Tovább folytatandók azok a kutatások is, amelyek a mikrohullámú összeköttetések számítógéppel támogatott tervezési módszerének 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 szétszórta 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 kívánatosá. Ezek a berendezések tipikusan 20 GHz körüli 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 beszédcsatornához szabadon férnek hozzá, a csatorna hozzárendelést a központi állomás logikája vezérli. Az előfizetői csoportok távolsága a központtól mintegy 40 km, ismétlőállomások közbelátásával ennek többszöröse lehet. A teljes rendszer két vivőfrekvenciát használ, az egymáshoz közeli rendszerek kölcsönös zavarmentesítésének 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 vevőidőrések 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 gyártásbevezetése 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-I 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, rurális hálózatokban a szétszórta 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 nagy kiterjedésű földfelszíni terület besugárzására, ill. a fedélzeti vevő nagy kiterjedésű 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 kimenetén teljesítményvesztés keletkezik. Egy földi állomásról a műhold-retranszlátor bemenetére érkező vivőhullámok (rádlójelek) lehetnek több hírforrás hozzáférésűek: MCPC rendszerek. Ekkor a vivőhullám több, a frekvenciaosztás elvén nyalábolt távbeszélő csatorna jelét hordozza analóg frekvenciamoduláció alkalmazásával, az analóg FM rádiórelé rendszerekben alkalmazott eljáráshoz 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 rádiójelei (vivőhullámok) 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 (rádlójelek) 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-újrakezelés 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 felfeldolgozási-jelátviteli módszerek egyaránt alkalmasak. A jelenlegi gyakorlatban az analóg MCPC és SCPC rendszerekben a frekvenciamoduláció használatos, digitális MCPC és SCPC rendszerekben pedig a PCM-PSK rendszerek különböző változatait alkalmazzák széleskörűen.

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

tásának növelése. 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 jelátviteli kapacitás megkészszerzését teszik lehetővé.

A beszédjel-átviteli 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 bithibaaarány megvalósításához szükséges bitenergia-zajteljesítmény-sűrűség viszony azonban növekszik.

Digitális hírközlő rendszerekben adó-teljesítmény megtakarítás (hatásfok növelés) *csatornakódolással*, 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 csatornakódolás 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 csatornában való jelátviteli szempontjából azok a kódolási-modulációs-demodulációs kódolási rendszerek az optimálisak, amelyekben a modulált vivőhullámok teljesítmény-hatásosak, sáv szélesség-hatásosak és konstans amplitúdójúak. Az amplitúdó állandóságára a csatorna nemlinearitása 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 vezettek 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 jelfeldolgozási-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 földi állomás/műhold antenna mellék-nyaláb-jainak szabályozása,
- optimális vlvőfrekvenciakiosztás,
- megfelelő moduláció/hibajavító-kódolás,
- földi állomás/műhold összeköttetés linearizálása,
- 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 szögtávolságot (ez a jelenlegi gyakorlatban 4° - 5°). 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), nagyteljesítményű adókat (több kW) és hűtött kisműködési 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 jelfeldolgozás 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 "Interchat" 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 jelfeldolgozási-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. kérdésében 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/I, 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.: Fénytvávközlő 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, I11. 1985, Vol. 2.

- [11] Frosch, R. A.: Space telecommunications applications to the year 2000 and beyond. 3rd World Telecommunication Forum, Geneva, 1979.
- [12] Hergelst, 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 újtát járták egészen napjainkig a távbeszélő kapcsoló központok, valamint a vonalkapcsolt távíró és adatkapcsoló központok. Ez utóbbiak az átvitendő információ jellegénél fogva viszonylag könnyen digitalizálhatók voltak. Az átkapcsolandó soros bitfolyam sebességétől függően a 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 felfutás után megtorpant a vonalkapcsolt adathálózatok fejlesztése, mivel a technológiai 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 csomag kapcsolására képes.

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

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 funkción 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 szálat alkalmazó átviteltechnika lehetővé teszi, hogy az előfizetői elosztóhálózat buszrendszerként alkosson, és erre a buszra intelligens, sokszolgáltatású terminálok csatlakozzanak. Ekkor a kihelyezett koncentrátor kapcsolási funkciója szétosztható 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 jelzéstechnika 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 említetteken 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 részfolyamatok 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 irányával 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 elemeinek (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 *alapsávi token ring*, amely egy digitális "zseton" (token) továbbadása útján vezérl 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 alapuló CSMA/CD elv (Carrier Sense 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 csomaggal. 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 kapcsó-

lástechnika eredményei 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 Irodai távközlés digitális központ és LAN alapú megoldása egymáshoz közeledik [6].

5.3. 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 fényttechnika 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 kissebességűnek nevezhető, a kb. 0,1 Mbit/s sebességig terjedő szolgáltatásokat kezeli (telemetria, adat és szövegkommunikáció, beszédátvitel). A közepes sebességtartományba (1-10 Mbit/s) a Hl-Fl digitális hang kapcsolása, a videotelefon és az adat/kép-kapcsolás tartozik. Az 50-1000 Mbit/s sebességen 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 hatáson 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 újabban 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 módszereknél a bemeneti jelek viszonylag rövid csomagokban (burst, blokk, cella) kerülnek időben egymást követően átvitelre a csomagok fejrészában elhelyezett cím alapján. A kapcsolóművek önirányítók (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 realitás 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) szétosztja 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 elemeké lépnek elő.

Hazai lehetőségek és feladatok

A távbeszélő kapcsolástechnika terén a hazai tudományos feladatokat alközpontos és főközpontos területekre érdemes szétválasztani. Alközpontos területen a kutatási és fejlesztési erőik megfelelő koncentrációjával és a feltételek megteremtésével reális lehetőség van nemzetközi mércével is számottevő tudományos eredmények és ezekre épülő ipari termékek létrehozására. A nyílvános 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 épít-

ve - egy követő típusú fejlődés reális esélyét kínálják.

IRODALOM AZ 5. FEJEZETHEZ

- [1] Nicolaidis, E.: The changing world of telecommunications. IFTU Seminar on Transition from analogue to digital networks including ISDN. Lisbon, 1986.
- [2] Viskers, R., Vilmsen, 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] Kashiwamura, 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 hálózatképzési elvek, 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 zárt-célú 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 mozgószerkezeti 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 hálózatképzési 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 *kiscellás technológia* a kapcsolás-, az átvitel-, a számítás- és a rádiótechnika együttműködő kombinációjára épül. Az első három túlnyomón digitális, a rádiótechnika jórészt még analóg a jelenlegi (1. generációs) rendszerekben. A következő évtized közepe táján bevezetésre tervezett cellás hálózatok (2. generációs rendszerek) tiszta digitális megoldások lesznek [1-5]. A rádiótelefon rendszerek nyilvános és/vagy zárt-célúak lehetnek, általában csatlakoznak a nyilvános kapcsolt távbeszélő hálózathoz (PSTN), diszpécser 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 mozgószerkezeti 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 tenne 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 zárt-célú rendszereket a termelés, ill. munkairányítás terén járműállománnyal rendelkező felhasználók alkalmazzák beszéd- és adatátvitel céljára. Ezekben nyilvános távbeszélő szolgálat egyáltalán nem vagy csak korlátozottan lehetséges. Perspektívikusnak csak a nyálábolt és cellás zárt-célú rendszerek tekinthetők, melyekben összevonják a különféle felhasználókat.

A kiscellás 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 vezetéknélküli 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 rurál 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 hálózataukból 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 frekvencia-tervezés) 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 km²) 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 szolgálnak ki (10, 100, 1000 fokozatokkal). A digitális rendszerek tipikusan 1000-nél több személyhívó vevőt szolgálnak ki (1000, 10.000, 100.000 fokozatokkal). A helyi digitális személyhívók BCD és

bináris kódot alkalmaznak. A negyterületű (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] Falli, 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] Ökrös Tiborné, Oprics Gy. és mások: URH nyilvános célú országos automata rádiótelefon hálózat rendszerének specifikálása, I-III. kötet, PKI tan. Budapest, 1985.
- [8] Ökrös Tiborné, Oprics Gy. és mások: URH diszpécser célú országos automata rádiótelefon hálózat rendszerének specifikálása, IV-V. kötet, PKI tan. Budapest, 1985.
- [9] CCIR Report on Radio-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 szolgálat - egy hálózat gyakorlatát már egyértelműen felváltotta a sok szolgálat - 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 szolgálatok dinamikus fejlődése mellett is hosszú távon domináns marad, egy olyan integrált digitális hálózat kialakítása jelenti az első fontos közbelső lépcsőt, amelynek felépítését, működési módját, fenntartási filozófiáját alapvetően a távbeszélő igényeket kiszolgáló korszerű technológiák szabják meg. A digitális, időosztásos átvitel és kapcsolás, a tárolt program vezérlés, közös csatornás jelzés és a fényvezetés 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 - ritkaságszámba menő, néhány felfűzős rendszertől eltekintve - csillagrendszerűek, az előfizetői fokozatok az anyaközpontokhoz 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 visszhangkövetelmények 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 között 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 ismétlődő távolság növekedését eredményezi. Ezáltal a digitális átviteli rendszerek vonali költségei csökkennek, és az *átviteli hálózat optimális topológiája* kisebb összekötöttségű. Egy újabb nyomvonal kiépítése helyett sok esetben gazdaságosabb egy legfeljebb k -szor hosszabb, de meglévő nyomvonalon létesíteni a szükséges áramköröket. Primer 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 kerülőutat használva bármely átviteli út nagy kapacitású lehet és az átviteli szakaszok száma csökkenthető [2].

5. Költségminimalizálásra törekedve a digitálisítás a 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 *szolgáltatásbiztonságára* irányították a figyelmet. Szolgáltatásvédelmi tervekben rögzítik meghatározott hálózati zavarok (túlterhelések, klesések) következményeinek megengedett mértékét és a követelmények teljesítésének módját, eszközeit. A védelem fokozásában digitális hálózatok esetén a hangsúly a preventív módszerekről a korrektív (hálózatiirányítási) módsze-

rekre tevődik át. Az átrendezhető tartalék átviteli hálózatok koncepciója a sokcsatornás rekonfiguráló kapcsolók elektronikus megoldásával realltássá 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 áramkör-tartalékolás 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 túlcsondulásos 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 áramkör-tartalékolásos 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 kiaknázását mutatja. A nemhierarchikus irányítások kutatási irányai közül kiemelendő a rögzített feltételek között hatékony speciális megvalósítási módok 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 üzemvitelt támogató eszközök hálózatba szervezése, egy univerzális *távközlési/gazdáltsági hálózat* (TMN = Telecommunication Manage-

ment Network) létrehozása a hálózati irányítás, 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 jelzésrendszert). 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 alakult ki - az ISDN koncepció mellett - az *intelligens hálózati architektúra* koncepciója [6]. Eszerint a jelenlegi központok szolgáltatáskapcsoló pontokká alakulnak át, amelyek ha az előfizető által kért szolgáltatást nyújtani nem tudják (illetve, ha az előfizetői kérés eleve olyan) egy szolgáltatásvezérlő központ segítségét kéri az előfizetői kérés feldolgozására. Az információkat a közös csatornás jelzőhálózaton továbbítják. A szolgáltatásvezérlő központ adatbázisainak lekérdezésével határozza meg, hogy a kívánt szolgáltatás milyen módon elégíthető 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 költségének csökkenése, a kapcsolási funkciók integrálódása, a nagyobb kapacitású rendszerek költséghatékonysága, a központok optimális tápterületének növekedése, stb.) a hálózati síkok számának, a kapcsolóközpontok hierarchia szintjei számának a kapcsolóközpontok hierarchia szintjei 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 előfizetők helyi központokhoz vagy azok távoli előfizetői egységeihez kapcsolódnak [1,3,5,8,]. A digitális hálózat ilyen felépítése biztosítja jó kihasználtságot és flexibilitást 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 vezetékek 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 részalmaidat 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 kézbe 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 stratégiakutatások 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 módszerrel 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 (koncentrátor- elhelyezés, hurokhálózati konfigurációk, stb.) [6, 9]. A rádiós hozzáférés és a fényátvitel gazdaságossá váló előfizetői hálózati alkalmazása újra a tervezési módszerek továbbfejlesztését követeli [11].

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

A digitális hálózatok közös csatornás jelzésrendszere egy külön *jelzés-hálózat* kialakítását igényli, amely különlegesen nagy életképességű és az új jelzési igények szinte azonnali követésére alkalmas kell legyen. A jelzőhálózatok alapvető tervezési elvel 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 hálózattervezés 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 hálózattervezési 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 Seminar on Transition 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. 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] Combot, 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 zömében 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 üzembehelyezéséig. 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 távgépíró szolgálat), a táviratszolgálat (közhasználatú táviratközvetítés 900 belföldi postahivatal és táviratkézbesítő hivatalok útján, a nemzetközi gentex

hálózathoz is kapcsolódva) és a képtávíró szolgálat nemzetközi visszaszorulása megkezdődött: Angliában megszűnt a táviratközvetítés, Angliában és NSZK-ban csökken a bekapcsolt telexállomások száma. Ugyanakkor a végállomási berendezések körében fokozódik az elektronizálás, a mikrogépek alkalmazása (telex szoftverek megjelenése). A hazai telex-forgalom még távol áll a telítődéstől, 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 adatátviteli 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 ajánlással 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 (Nordic-datanet, 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 adatátviteli bonyolultabb hálózatai is, mégpedig csomagkapcsolást végző olyan eszközökkel, amelyek igen jól illeszkednek az adatátviteli zömét kitevő párbeszédes, aszimmetrikus forgalomhoz, képesek a tárolás és továbbítás elvének a kihasználásával a vonali sebességek különbségeit 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 terminálokra. A csomagtípusú 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 a hazai vonalkapcsolt adathálózati (1-es osztályú) előfizetők számára hazánkban is hozzáférhetők, így igénybe vehetik az azokban elérhető adatbázis-szolgáltatókat (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 áramköri adatátviteli szolgálatot, amely mind minőségre, mind megbízhatóságra nézve kedvezőbb az analóg vonalak bérleténél. A digitális bérelt áramköri 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 termináljal egyszerű kezelésűek, olcsók, könnyen hozzáférhetők, 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 telefon-állomás 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 rendszerrel már digitálisak, képesek hibavédelemre és finom felbontás miatti nagy információmennyiség sűrítésére; 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 okmánycserére készítik fel.

Teletex szolgálat: az irodátávgépiróra vonatkozó nemzetközi felmérésekben megállapított követelmények, valamint az irodai szövegszerkesztőgépek és a telex korlátozott 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 írt szöveg teletex formátumban való reprodukálását teszi lehetővé; a távközlésre akkor kerül sor, amikor a dokumentumot helyileg a kellő formában már megszerkesztették. A várt szolgálatelterjedés teletex esetében valószínűleg

azért maradt el, mert az első készülékek drágák, nehézkesek, bonyolult kezelésűek voltak és nem tudták az irodai 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 szándékozóknak. A teletex fő előnye teljesen OSI-szerű protokollrendszerre és világvilágszonylatú készülék-kompatibilitása, ami számítógép-hálózati szempontból ugyancsak vonzó. A teletex szolgálat ellátásához sehol a világon nem létesítenek 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 irodai 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 (párbeszédes videográfia): 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 lelhetők fel, illetve árulhatók benne. Szemben a távmásolás és teletex terminál-orientáltságával, a videotex alkalmazásorientált, ennek megfelelően bonyolultabb, szervezési és főként placmegdolgozási szempontból bevezetése sokkalta körülményesebb munkát igényel. A kereső-hívások a leginkább elérhető telefonhálózaton át futnak be a videotex központba, amely a kért oldalakat vagy saját tárolójából, vagy az információszolgáltatók adatfeldolgozó rendszeréből lehívva közvetíti. Ez utóbbi hívás többnyire a csomagkapcsolt hálózaton bonyolódik, mint ahogy általában az információszolgáltatók is ezt a hálózatot használják videotex-központokban tárolt adataik bevitelére. Ha a külsőgépeken az adatokat nem videotex módon tárolják, akkor a megfelelő átalakításról is gondoskodniuk. A külsőgépen való tárolás és a külsőgép egyéb igénybevétele (pl. korlátozott feldolgozásra) azzal az előnnyel is jár, hogy az információszol-

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 különbözőségének 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 többletszolgáltatásoknak a gyűjtőneve volt, így kezdetben a csomagkapcsolás is értéknövelésnek számított. Ma már az adatátviteli hordozószolgálatokon túlmenő távközlést nevezi az amerikai szóhasználat bővítettnek (enhanced), az *OSI architektúrához tartozó magasabb funkciókat*, a felsőbb rétegek szolgáltatalt ellátó rendszereket értéknöveltnek (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 belüli 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 (electronic mail), de annál sokkal szélesebb feladatkört fog át.

A nemzetközi méretekben kibontakozó **dereguláció** egyértelműen felszabadította az értéknövelést a monopolisztikusan 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 alaptervekenységgel járnak együtt,

ahogy az a telematikai szolgálatoknál fennáll. Átlagban megmarad a távközlési alaptevékenység monopolisztikus jellege a hordozószolgálatok esetében és túlnyomórészt az alaphálózat üzemeltetésében. Viszont az első telefonkészüléken túlmenően többnyire felszabadították a végkészülékekkel való ellátás valamennyi távközlő 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 együttműködtetése 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 szolgálatokat, 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 TOP (Technical and Office Protocol, Műszaki és Irodai) 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 berendezés- és eljáráskidolgozók eddig ismeretlen közreműködését az alkalmazásokban. Ennek során komolyan veszik például a gyártásautomatizálás időkritikus körülményeit, a műszaki és irodai munka bizalmi jellegét és az ezekhez szükséges megbízhatóságot stb. Az alkalmazói környezetben az irodában, a gyártóműhelyben megjelenő elektronikus eszközök összekapcsolása és együttműködtetése jelenleg úgy válik intenzívvé, hogy az eszközöket a nagytávolságú hálózatban (WAN) alkalmazott módszerektől és eszközöktől lényegesen eltérő lokális számítógép-hálózatba (LAN) szervezik (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 adathálózathoz is kapcsolódnak a protokollfejlesztések, és folyik az alkalasságvizsgálatok (protokoll-konformancia-tesztelés) 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 kezelési igényes;

b) a munkahelyeket külön erre a célra kialakított komplex, többcélú terminállal látják el, ami terminálfejlesztési igényes 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-

bőzőségelt. Úgy tűnik, hogy szélessávú ISDN megjelenésével és elterjedésével a videokonferenciákra alkalmazott készülékek is beilleszkednek az elfogadott terminálok körébe; az üzenetkezelés így kiterjed nemcsak adatokra, hanem hang-, kép-, kézírású 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 - Közdok, 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 extension system architecture and technology for INS field trial. ISS'84, No. 13A. 3, Florence, 1984
- [4] Horváth, P.: A Magyar Posta adatátviteli szolgáltatásának 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 Szolgáltatású/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 igénybevételét 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 felhasználási igény részalmazok kialakulásával csökkenti a prognózisok bizonytalanságát, a szolgáltató kockázatát.

9.1. Az ISDN kialakulása, szabványosítása

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

Az ISDN gondolatát, specifikálását és létrehozását a fejlett távközléssel rendelkező nyugati postalgazdaságok kezdeményezték. A vezető távközlési ipari cégek már az előzetes specifikációk előkészítése után megkezdtek az ISDN-hez szükséges eszközök fejlesztését (kapcsoló központok, hálózati végződések, terminálok, műszerek) és azt erőltetett ütemben folytatják. A vezető alkatrészgyártó 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 korában 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 távbeszélő-hálózatra 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 e 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 postalgazdaságok 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 rádióhozzáférés.

E téren a KGST országokban nem folyik összehangolt tevékenység.

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

9.2. A műszaki megvalósítás helyzete

Az 1984. év az ISDN kialakulása szempontjából mérföldkőnek 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 kiforrott a távbeszélő kapcsolórendszerek tárolt program vezérlése, kialakult a digitális átviteli hierarchia és közegei, belgazolódott a digitális helyi és tranzit kapcsolóberendezések gazdaságossága. Kidolgozták a digitális hálózatok üzemviteli és fenntartási elveit, a távközlésgazgatási 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 szolgálatokra 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 távközlésgazgatási 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 valószínűleg a 64 kbit/s-os B csatorna váltakozó beszéd/adat felhasználására és egy egyszerűsített D-csatornára alapozott előzetes ISDN-nek (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 sáv szélességű, 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 szemszögéből 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, hívásátirányítás, 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 hordozószolgálat 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 módszereinek 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 Heidelberg 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 elterjesztésében. 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 egyenetenül oszlik meg a fennmaradó országok között. Magyarország távközlési szolgáltatásainak helyzete nemzetközi összehasonlításban rendkívül kedvezőtlen képet mutat. A telefonellátottság a világtátlagot (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 előidézni. 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 postal 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 nyomkövetését 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 alapozó 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 szereléstechonológiája (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 fényátvitel (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. Sallai 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 két éves 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. Sallai Gyula
a tudományos helyzetkép készítő
munkaközösség vezetője

Az AT&T nemzetközi kapcsolat beszéd szolgálatainak teljesítmény kiértékelése*

VENKITA N. SESHADRI – C. G. SAVOLAINE

AT&T Bell Laboratories

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk tárgya az AT&T nemzetközi kapcsolt beszéd szolgálatainak teljesítmény kiértékelése, előtérbe állítva a hívás használhatóság és a hívás alkalmasság teljesítményét. Kitér az üzemi vizsgálati módszerekre és a vizsgálat eszközeire. A tárgyalt teljesítményfogalmak: hálózati válaszidők, a beszéd és a beszédsávi adat átviteli minősége. Az üzemi vizsgálatokat két példán mutatja be; az egyik egy új szolgáltatás teljesítményének objektív megítélése, a másik egy új technika teljesítményének szubjektív felmérése.

Bevezetés

A nemzetközi kapcsolt beszéd szolgálatok az AT&T tevékenységének igen fontos részét képezik. Az AT&T hálózattervezési munkálatainak szerves részét képezi ezen szolgálatok teljesítményének vizsgálata, ami jelentős mértékben hozzájárul a szolgálat kiváló minőségének fenntartásához. A teljesítmény vizsgálati tevékenységek kiterjednek a már huzamosabb ideje működő szolgálatok rendszeres ellenőrzésére; egy új szolgálat vagy lehetőség bevezetését megelőzően, illetve azt követően a teljesítmény kiértékelésére és a beszédsávi adatátviteli teljesítmény minősítésére. A kapcsolt beszédhálózati szolgálatok teljesítmény tényezői a szolgálatra való felkészüléstől a díjelszámoláson, a hívás használhatóságon, a hívás alkalmasságon át egészen a hibaelhárításig fogják át a folyamatot. Jelen közleményben a hívás használhatóságra és a hívás alkalmasságára térünk ki részletesebben.

Napjainkban a beszédhálózatban és a szolgálatok területén nagy változások mennek végbe. Alapvető fontosságú, hogy az előfizető által is érzékelhető kiszolgálási minőség egyenletesen magas szintje megőrizhető legyen a hálózatban végbemenő jelentős átalakulások idején:

A hálózat növekvő arányban válik digitálissá. A nemzetközi szakasz átviteli kapacitását növeli a beszédfeldolgozás, mint például az ADPCM (adaptive Differential Pulse Speech Modulation) és a digitális beszéd interpoláció (Digital Speech Interpolation = DSI), ezek egyúttal teljesítmény problémákat vetnek fel a beszéd és a beszédsávi adat szolgálatok területén.

Az utolsó évtizedben gyorsan terjednek a nem-beszéd jellegű alkalmazások, mint a fakszimile. A fokozott mértékű nem-beszéd alkalmazások számossága új, teljesítménnyel összefüggő kérdést vetnek fel, olyanokat, mint a szigorúbb átviteli követelmények, megfelelő forgalmi méretezés, stb.

Az AT&T olyan szolgáltatásokat vezetett be, amelyek a speciális hívásfeldolgozás érdekében közöscsatornás jelzésrendszert és hálózati adatbázisokat használnak [1]. Ilyen szolgáltatásra példa a nemzetközi díjelszámolás nélküli hívó szolgáltatás (továbbiakban 1800-as szolgáltatásként hivatkozunk rá.) Ilyen szolgáltatás esetében fontos teljesítmény tényező a hívásfelépítési idő.

A cikk felépítése a következő. A 2. fejezetben néhány, a tárgyhoz tartozó teljesítmény tényezőt mutat be. A 3. fejezetben az üzemi vizsgálati módszerek és eszközök áttekintése következik. A 4. fejezet két minősítő vizsgálat eredményeit írja le. Az 5. fejezet a jövő teljesítmény problémáinak néhány megjegyzéssel kísért összefoglalását adja.

2. Teljesítmény kérdések

Ez a fejezet a hívás használhatóság és alkalmasság kérdéseit tárgyalja.

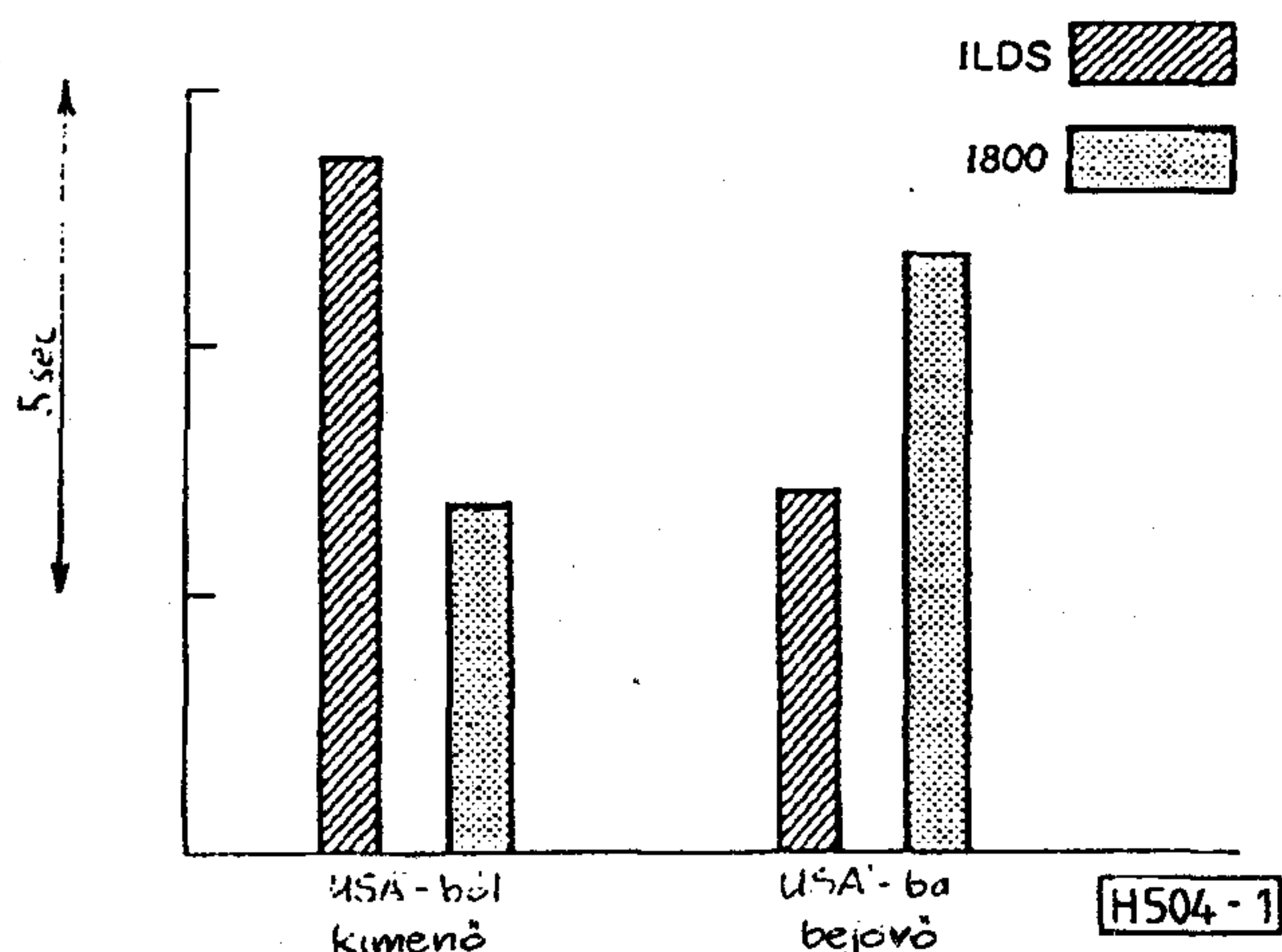
2.1 Hívás használhatóság

A hívás használhatósági paraméterek közé tartoznak a hívás végződési statisztikák, koralbontások és a hívás felépítési idő. A hívás végződési statisztika a beszédben végződés, a hívott állomás foglaltsága, hálózati torlódás, érvénytelen hívószámra vonatkozó hangbemondások, stb. esetreire kiterjedő információt szolgáltat. A beszédben végződés különösen fontos a nemzetközi szolgáltatások esetében, mivel ez közvetlenül érinti az előfizető megelégedettségét és a bevételeket. Nemzetközi szolgáltatásokra vonatkoztatva a beszédben végződés kedvezőtlenebb képet mutat az országokon belüli szolgáltatásokhoz képest, a nagyobb mértékű torlódás, a jelzési és kapcsolási rendellenességek következtében.

* Előadásként elhangzott a Relectronic '88 konferencián.
(Fordította: Kesselyák Péter)

A korai bontások fontosságát az előfizetőknek okozott sok bosszúság támasztja alá. A korai bontások is gyakoribbak nemzetközi hívások esetében, valószínűleg a többszörös jelzésátemelések és a kapcsolási nehézségek miatt.

Az AT&T közöcsatornás jelzéseket alkalmaz az Egyesült Államok országos hálózatában, ami rövid hívásfelépítési időt eredményez. A nemzetközi hívások felépítési idői által általában sokkal hosszabbak az országon belül maradó hívásokéhoz képest, mert a jelzéseket sávon belül többszörös átemeléssel továbbítják, valamint a nyílt



1. ábra. 1800-as és ILDS hívásfelépítési idői

nemzetközi számozási terv^{**} miatt. Várhatóan a hívásfelépítési idő javítható sávon kívül jelzésrendszer megvalósításával. A hívásfelépítési idő várhatóan fontos paramétere az 1800-hoz hasonló szolgáltatásoknak, amelyek a kapcsolóberendezések és hálózati adatbázisok közöcsatornás jelzések útján való együttműködését kívánják meg.

2.2 Hívás alkalmasság

A hívás alkalmassági tényezőket felosztják a beszéd és beszédsávi adat tényezőkre.

2.2.1 Beszéd teljesítmény

Beszédre vonatkoztatva a fő paraméterek: csillapítás, zaj, visszhang és késleltetés.

A nemzetközi központokat összekötő trónköket általában csillapításmentesre tervezik. Nemzetközi összeköttetéseken a végtől-véglig csillapítást alapvetően az előfizetői hurkok, nemzeti hálózatokban a visszhangmentesítésre alkalmazott távolságfüggő csillapítások beiktatása, és az analóg

trónkök karbantartási nehézséggel határozzák meg. Várható, hogy a digitalizálás és az aktív visszhangelenyomás javítani fogja a csillapítási teljesítményt.

A nemzetközi hívások pszofometrikus zaja nagyrészt az analóg trónkökön keletkezik. Fokozott digitalizálással a pszofometrikus zaj csökkeni fog. Emellett azonban a beszédfeldolgozás fokozódásával a kvantális zaj jelentkezésével kell számolni.

Jelenleg az AT&T visszhang-kiegyenlítőket alkalmaznak a nemzetközi vonalak egyesült államokbeli végén. Sok külföldi postalgazgatóság készül arra, hogy a jelenleg használt visszhang-csillapítókat felcseréli visszhang-kiegyenlítőkre. Ennek eredményeként a nemzetközi összeköttetések visszhang teljesítménye javulni fog. A visszhang hatását súlyosbítja a késleltetés, ami a műholdas trónkök miatt igen hosszú is lehet. A késleltetés a visszhang hatásától függetlenül is zavaró lehet a beszélgetésben.

2.2.2 Beszédsávi adat teljesítmény

A beszédsávi adat teljesítmény paraméterek két csoportba sorolhatók. Az első csoportba az előfizetők által érzékelhető modem és fakszimile teljesítmény paraméterek tartoznak. A második csoportba olyan analóg paraméterek kerülnek, amelyek a beszédsávi adatteljesítményre hatással vannak.

Modemekre vonatkoztatva, a hagyományos előfizető által érzékelhető teljesítmény paraméterek a bit hiba-arány (BER = Bit Error Rate), a blokk hiba-arány (BLER = Block Error Rate) és a hibamentes másodpercek (EFS = Error Free Seconds). Nincs nemzetközileg elfogadott szabvány a modem hibateljesítményére. Modern, nagysebességű modemekre, mint amilyenek a V. 32-es modemek, hasznos lehet például a kezdeti modem szinkronizáció sikerességi arányát, a tárolás gyakoriságát és időtartamát vizsgálni.

Nincsenek elfogadott szabványok a fakszimile esetében az átbocsátásra és képminőségre. Az AT&T Bell Laborban az oldal teljesség arányokat, a fakszimile modem átviteli sebességét és az átlagos tétel befejezési időket alkalmazzák az átbocsátóképesség teljesítményének mérésére.

Az analóg paraméterek közé tartoznak a beiktatási csillapítás több frekvencián, a zaj pszofometrikus, keskeny- és szélessávú szűrőkkel, a jel/zaj viszony, az intermodulációs torzítás, a csúcs/átlag viszony, a csoportfutási torzítás, a fázisdzstter, az amplitúdódzstter, a tranziens paraméterek, pl. az impulzus zaj, a fázislöket, az erősítéslöket és a kimaradás. Ezeket a paramétereket,

* A hívásfelépítési időt itt az utolsó számjegy tárcsázásától az első csengetés fogadásáig terjedő időként definiáljuk.

** Mivel a nemzetközi hívószámok változó számú, maximum 15 számjegyből állhatnak, ezért a tárcsázás végét gyakran a számjegyek közötti időzítés lejárta határozza meg. Ez jelentős mértékben megnöveli a hívásfelépítési időt.

a mérésekhez ajánlott módszereket és határértékeket a CCITT ajánlások (pl. G, O, és M sorozat), valamint a 743-1984 sz. IEEE szabvány írja le. Létezik ezeknek a paramétereknek oktató jellegű tárgyalása is [2].

3. Üzemi vizsgálati módszerek és eszközök

A hálózati teljesítmény minősítésével foglalkozó osztály kiegészítő módszereket alkalmaz, ilyenek az üzemi vizsgálatok, hálózati adatbázis vizsgálatok és a modellezés. Ebben a közleményben az üzemi vizsgálatokra összpontosítunk. Ezek objektív és szubjektív vizsgálatokra oszthatók fel.

3.1 Objektív üzemi vizsgálatok

Az objektív vizsgálatok célja a 2. fejezetben felsorolt beszéd és beszédsávi adatparaméterek mérése. A vizsgálatok lehetnek átfogó szolgáltatás minősítések vagy egy bizonyos szolgáltatásra irányuló teljesítmény minősítés. AT&T Bell Laborban az ilyen felmérések elsődleges eszköze az ún. "automatikus rendszer hálózatok teljesítmény kiértékeléséhez" (Automatic System for Performance Evaluation of Networks = ASPEN) [3]. Az ASPEN egy központi számítógépből, távoli vizsgáló modulokból (Remote Test Modules = RTMs) és távoli vég vizsgálóvonalakból (Far End Test Lines = FETLs) áll, amelyek változatos földrajzi elrendezések lehetnek. Az RTM átviteli csillapítás mérésére szolgáló egységből, egy mikroszámítógépből és modemekből épül fel a hibagyakoriság mérése és a kommunikáció érdekében. Az RTM-eket a központi számítógép vezérli tárcsázás útján felépített telefonösszeköttetések segítségével. 24 órás adatgyűjtés valósítható meg.

Az ASPEN hívásvégződési statisztika, korai bontások és hívásfelépítési idők mérésére alkalmas. Az RTM-ek egymást ellenőrizhetik és irányíthatják a 2.2.2 pontban felsorolt analóg paraméterek kétutas mérését, valamint a modem BER/BLER paraméterek mérését. Az RTM-ek kétutas csillapítás és zaj mérésére is használhatók egy beszéd FETL, illetve egyutas beszédsávú paraméterek mérésére egy FETL vizsgálatával. Az utóbbi időben készült el egy ISDN ASPEN, amely alapszint interfész hívásfelépítési teljesítményének megméréseire szolgál.

3.2 Szubjektív üzemi vizsgálatok

A szubjektív üzemi vizsgálatok valójában kérdőíves felmérések amelyeket előfizetői vélemények kiértékelésére alapoznak. Kérdőíves felméréseket jellegzetesen valamely új technika kiértékelésekor alkalmaznak, amikor is az új technikát egy kontrollal szembesítik. Az előfizetők az új technika és a kontroll technika útján megvalósított telefonhívásokat egy négy pontos skálán minősítik (azaz:

kiváló = 4, jó = 3, megfelelő = 2, gyenge = 1). Az előfizetői minősítésekkel kiszámítják a közepes vélemény jelzőszámot (Mean Opinion Score = MOS). A kérdőív teret ad az előfizető által észrevételezett szolgáltatásromlás megfogalmazásának és a gyenge minősítés okainak megjelölésére is.

A következőkben egy jellegzetes vizsgálatról számolunk be, amelynek során két különböző vonalak teljesítményét hasonlítjuk össze. Az első lépés annak a vonalnak az azonosítása, amelyen a hívás érkezik. Az AT&T nemzetközi kapcsolóközpontjában egy adatlink-analizátor egység van ahhoz a CCITT No6-os jelzőcsatornához kapcsolva, amelyik a vizsgált áramkörön a bejövő nemzetközi forgalmat vezérli. Ez az egység fogja fel a szubjektív kikérdezéshez szükséges információt, nevezetesen a trónk típus, hívott szám, lefoglalási idő, hívás végződés adatokat. A kikérdező szervezet megkapja ezt az információt egy, az adatlink-analizátorhoz vezető, feltárcsázható modem kapcsolás útján. Erre az információra alapozva egy kikérdező biztos telefonon kikérdezi a hívott személyt, és elektronikus úton rögzíti a válaszokat a későbbi feldolgozás érdekében.

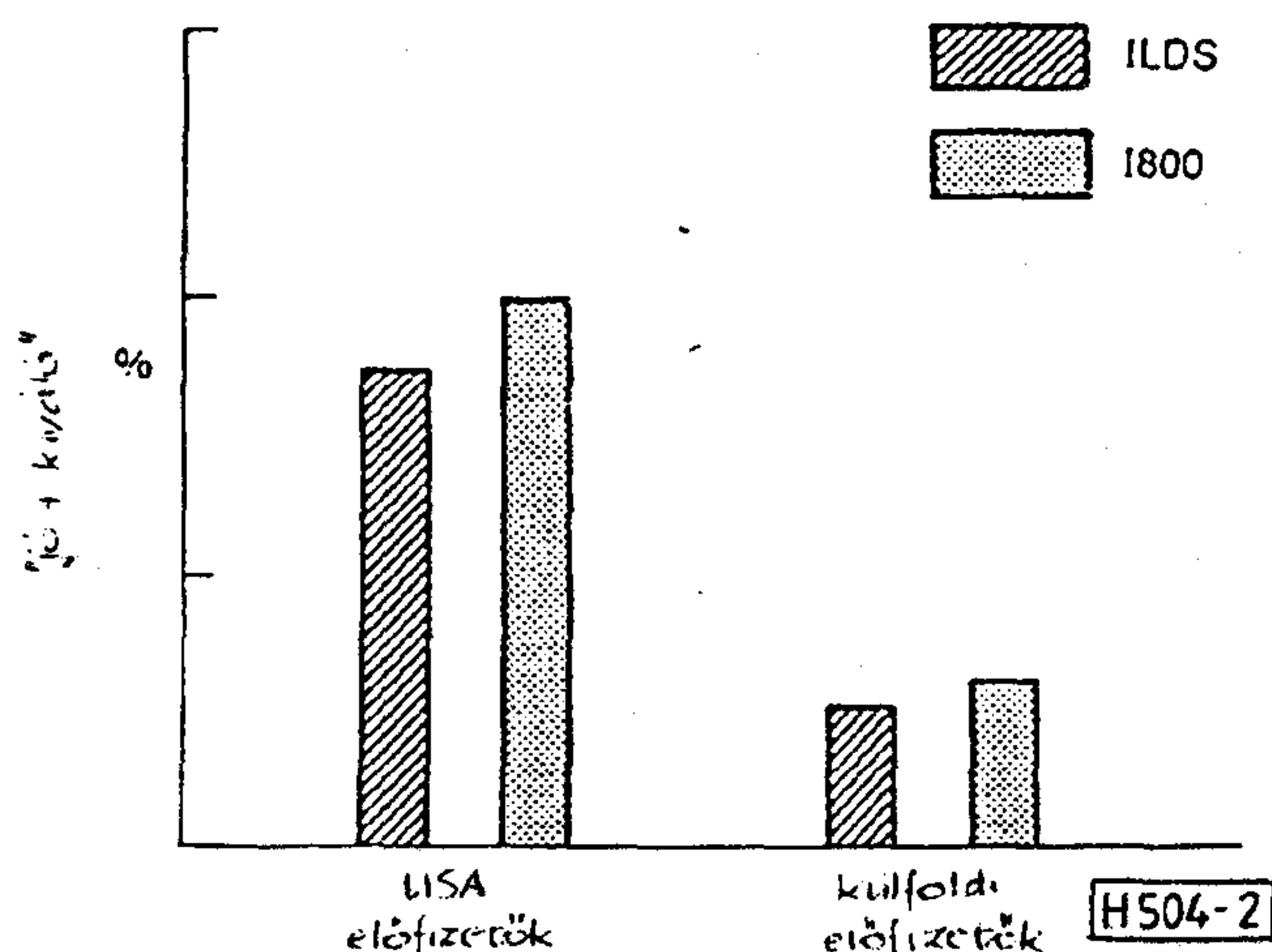
4. Példák üzemi vizsgálatokra

Ebben a fejezetben két példát mutatunk be.

4.1 Az 1800-as szolgáltatás teljesítménye

A közelmúltban az Egyesült Államok és egy másik ország között vizsgálatot végeztünk, hogy az 1800-as szolgáltatás teljesítményét még az előfizetőnek történő felajánlás előtt felmérjük. Beszéd végződést, hívásfelépítési időt (CST), beszéd és beszédsávi adat teljesítményt mértünk az ASPEN felhasználásával, mind az 1800-as szolgáltatáson, mind pedig a szabványos nemzetközi távolsági szolgáltatáson (International Long Distance Service = ILDS), az utóbbi kontrollként szolgált. A közepes CST-re vonatkozó eredményeket mutatja be az 1. ábra. A közepes CST-k mindkét szolgáltatás esetében rövidebbek voltak 15s-nál. Az Egyesült Államokból kimenő hívások esetén az ILDS hosszabb CST-t eredményezett, mint az 1800-as, mivel az ILDS hívásoknál a tárcsázás végét a központ számjegyek közötti időzítése határozza meg, míg az 1800-nál előre rögzítetten 10 számjegyes számozási terv érvényes. Bejövő hívások vonatkozásában az 1800-as kedvezőtlenebb CST-t mutatott, mert a külföldi országban többlet-transzláció volt szükséges.

Az ASPEN csillapítás és zaj méréseket kombinálták és beépítették egy előfizetői vélemény modellbe [4]. Az eredmények a 2. ábrán láthatók, ahol a függőleges tengelyen a "jó + kiváló" minősítések százaléka van ábrázolva. A "jó + kiváló" arány minden esetben magas volt. Az ILDS és az 1800 minősítése mindössze 2 %-ban tért el. A veszteség a két szolgáltatás esetében asszimetri-



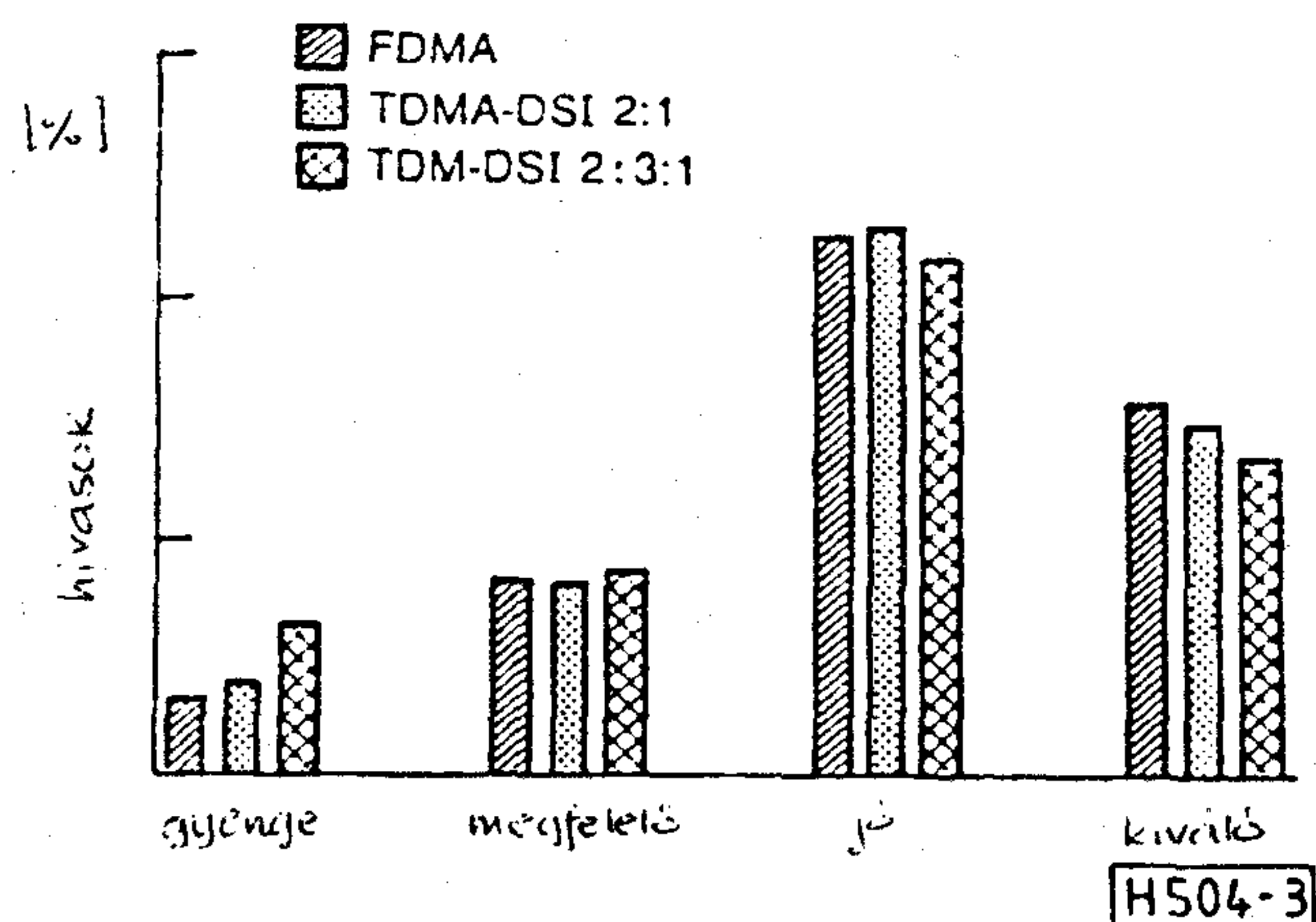
2. ábra. 1800-as és ILDS hívások "jó+kiváló" minősítésének aránya

kus volt: a külföldi előfizetők magasabb csillapítást tapasztaltak. Ez magyarázza a külföldiek kisebb arányú "jó + kiváló" minősítését.

A vizsgálatból azt a következtetést vontuk le, hogy az 1800 hívásfelépítési idői és átviteli szolgáltatási szintje összemérhető az ILDS-ével, és így a szolgáltatás felajánlható az előfizetőnek.

4.2 TDMA-DSI: beszéd minősítési vizsgálat

Az időosztásos többszörös hozzáférés — digitális beszéd interpoláció (Time Division Multiple Access — Digital Speech Interpolation = TDMA — DSI) technikának az Egyesült Államokat és egy európai országot összekapcsoló INTEL SAT műholdas trónkón való bevezetését megelőzően egy szubjektív kérdőíves felmérés történt. A 4.2 pontban leírt eljárással kikérdeztünk egyesült államokbeli előfizetőket, akik az európai országból érkező hívásokat fogadtak. Három körülményt vizsgáltunk meg:



3. ábra. TDMA - DSI szubjektív vélemények összefoglalása

1) Frekvenciaosztásos többszörös hozzáférésű

(Frequency Division Multiple Access-FDMA) műholdas trónkók, amelyek vezérlőként szerepeltek, 2) TDMA-DSI trónkók névleges teljesítménnyel és 2:1 arányú kompresszióval és 3) TDMA-DSI trónkók, túlterhelve és 2:3:1 arányú kompresszióval.

A 3. ábrán három különböző feltételrendszer mellett megfigyelt általános vélemény megoszlás látható. Az eredmények azt mutatták, hogy a TDMA-DSI teljesítménye 2 : 1-es kompresszióval és 2 : 3 : 1-es kompresszióval némileg, de nem jelentős mértékben rosszabb volt mint az FDMA vezérlés teljesítménye. Az előfizetők jelezték a kérdőívre adott válaszaikban, hogy kisebb zajt, és hosszabb késleltetést észleltek TDMA feltételek esetén.

A vizsgálat eredményeit felhasználták a TDMA-DSI technika INTEL SAT trónkókön való megvalósításának támogatására.

5. Következtetések

A közlemény ismertette az AT&T-nél a kapcsolt beszéd szolgáltatásokra vonatkozó hálózati teljesítmény vizsgálatokat. A teljesítmény becslés a már hosszabb ideje működő szolgáltatások rendszeres ellenőrzésén alapult, a sikereken és sikertelenül végződő szolgáltatások kiértékelésén, új technikák kipróbálásán és a beszédcsívi adatok kiértékelésén. Leírta az üzemi minősítésekben szerepet játszó tényezőket és eszközöket. Jellemzőes objektív és szubjektív üzemi minősítési vizsgálatokat tárgyalt. A közeljövőben a nemzetközi hálózatban végtől-véglig közöscsatornás jelzéssel és hálózati adatbázisokkal rendelkező ISDN lesz kiépítve. Ezeknek a képességeknek a kiépítése az új szolgálatok és szolgáltatások bő választékát fogja életre hívni. Egyre nagyobb mértékben válik szükségessé a teljesítmény felmérése, hogy meg lehessen bizonyosodni minden szolgáltatás kielégítő működéséről és arról, hogy a szolgálatok teljes körűen karban vannak tartva. Az AT&T a következő évtizedben is súlyponti kérdésnek fogja tekinteni ezek és más teljesítmény munkálatok folyamatos végzését.

IRODALOM

- [1] D. Sheibein, R. P. Weber: A tárolt programvezérelt hálózati képességeket felhasználó 1800-as szolgáltatás - The Bell System Techn. Journal, Vol. 61, No. 7, 1982 szept., pp 1737-1744.
- [2] M. B. Carey, H. T. Chen, A. Descloux, J. F. Ingle, K. I. Park: 1982/1983 Végközpont kapcsolás vizsgálata: Analóg beszéd és beszédcsívi adat átviteli teljesítmény minősítése nyilvános kapcsolt hálózatban. - AT&T Bell Laboratories Technical Journal, Vol. 63, No. 9, 1984. nov., pp. 2059.
- [3] J. D. Healy, M. Lampell, D. G. Leeper, T. C. Redman, E. J. Vlacić: 1982/1983 Végközpont kapcsolás vizsgálata: Az ASPEN adatgyűjtő rendszer és mintavételi terv - AT&T Bell Laboratories Technical Journal, Vol. 63, No. 9, 1984. nov., pp 2033.
- [4] CCITT Píros Könyv, P. 11-es ajánlás. V. kötet, Geneva 1985.

Nagybonyolultságú elektronikai távközlő rendszerek meghibásodási intenzitásának számítógépes előrejelzése*

NITSCH, R.

Zentrallaboratorium für Nachrichtentechnik Siemens AG, München

ÖSSZEFOGLALÁS

Távközlő rendszerek hardver meghibásodási intenzitásának előrejelzésére a QESAR nevű szoftver-programcsomagot alkalmazták. A számítógép számára szükséges bemenő információkat az u.n. rendszer minőségi jegyzék és az u.n. modul minőségi jegyzékek tartalmazzák. Az üzemi környezet paramétereinek rendszeren belül, helyi különbségeit a számítási program figyelembe veszi. Többféle előrejelzési módszer és jelentés-formátum választható.

Bevezetés

Az elektronikai távközlő rendszerektől — különösképpen a kapcsolástechnikai eszközöktől — ma igen nagy megbízhatóságot szokás elvárni. A legszigorúbb követelményeket a használhatósággal szemben támasztják: évente csupán néhány percnél teljes üzemkiesés engedhető meg ezeknél az eszközöknél. E magas megbízhatósági szintet 15-25 éves hasznos élettartam idejére kívánják meg, ami az elektronikai áramkörtervezéstől csúcsteljesítmény nyújtását követeli meg. Annak érdekében, hogy ezeket a követelményeket teljesíthessék, életbevágóan fontos a fejlesztés alatt álló készülék vagy rendszere hardver meghibásodási intenzitásáról mihamarabb információt szerezni. Ezek az információk azért szükségesek, hogy a javítások közti átlagidőt, a karbantartó személyzet kiképzési programját valamint a tartalékalkatrészek és egységek mennyiségét becsülni lehessen.

A használhatóság természetesen nemcsak a hardver kialakításában rejlő redundanciáktól és az átlagos javítási időtől is függ. A meghibásodási intenzitás ismerete azonban elengedhetetlen bármiféle használhatósági számításához. A meghibásodási intenzitás modul-vagy rendszer-szintű előrejelzése számítógép igénybevétele nélkül körülményes, fárasztó feladat.

A bonyolult nagy rendszereket ritkán gyártják nagy sorozatban. Rendszerint egyedi felhasználás céljára méretezik őket, 100-1000 különféle áramköri modul és max. mintegy 10.000 különféle alkatrész építőelemként való felhasználásával. Így mindenegyres megvalósításra kerülő rendszer meghibásodási intenzitását egyedileg kell meghatározni. Ez olyan eljárás, amely számítógépes támogatás nélkül - gazdaságossági okokból lehetetlen.

A jelen beszámoló annak a QESAR elnevezésű, megbízhatósági előrejelzés végzésére alkalmas szoftver-programcsomagnak néhány alkalmazási szempontját kívánja bemutatni, amelyet a SIEMENS AG-nál használnak a távközlő rendszerek esetében. A beszámoló a szoftver segítségével nyert eredményekről is számot ad.

Rendszerek meghibásodási intenzitását előrejelző módszerek

A probléma kezelésére 2 alapvetően különböző megközelítés lehetséges:

– *A modulok meghibásodási intenzitásainak összegzése:* Mindegyik modul meghibásodási intenzitását egyszer határozzák meg, majd az így kapott értékeket olyan többszörösséggel veszik figyelembe, ahány modult a rendszer /az adott fajtából/ tartalmaz.

– *Az alkatrész meghibásodási rátáinak meghatározása* oly módon, hogy a rendszerben lévő mindenegyres alkatrészt külön, saját működési paraméterekkel vesznek figyelembe, azaz mindenegyres modulra illetve rendszerre egyedileg megismélik a meghibásodási intenzitás számítását, a beépített alkatrészek alkalmazási helyén uralkodó környezeti és üzemeltetési feltételek konkrét figyelembe vételével.

Sajnos a meghibásodási ráták nem fizikai állandók, hanem egy és ugyanazon alkatrész esetében is erősen függenek a környezeti és üzemeltetési igénybevételektől. A legfontosabb tényezők közül néhány:

- az alkatrész környezeti hőmérséklete a rendszeren belül,
- megszakításos üzemmód, azaz nem állandó működés,
- légmozgás sebessége a nyomtatott áramkör kártyák, fiókok között mesterséges hűtés alkalmazásával, minthogy a beültetett integrált áramkörök réteg-környezet közötti hőellátása előtt a légsebességtől függ.

Az alkatrészeire vonatkozó — íly módon definiált — "igénybevételi profil"-t ismerni kell ahhoz, hogy megbízhatósági előrejelzést végezhesünk. Sajnos ezt a nagyon kézenfekvő követelményt gyakran el szokták hanyagolni.

Ha a felsorolt paraméterek a rendszer minden részében azonosak /azaz homogén módon oszla-

* Előadásként elhangzott a Relectronic '88 konferencián
(Fordította: Kesselyák Péter)

nak el/ akkor az első és egyszerűbb módszer adja a probléma gazdaságos megoldását, vagyis elegendő a modulok meghibásodási intenzitását összegezni.

Ha azonban az "igénybevételi profil" nem homogén eloszlású, azaz pl. egy-ugyanazon szekrényen vagy kártyarekeszen belül előfordul hőmérséklet különbség, akkor szükség van a második, munkalágnyesebb módszer alkalmazására.

A probléma jelentőségét a következő, egyszerűsített, de valóságghú példa mutatja be.

Kártyarekeszen belüli hőmérséklet gradiens

A SIEMENS AG-nél meghibásodási ráták meghatározása az SN 29500 házi szabvány szerint történik, amely elektronikai és elektrotechnikai alkatrészekre vonatkozik. Ebben a szabványban — más jól ismert kézikönyvekhez / (1), (2), (3), 4) / hasonlóan — a félvezetők meghibásodási rátája a réteghőmérséklettől és az aktiválási energiatól függ, ahogy azt az alábbi egyenletek leírják. A két különböző aktiválási energia két különböző fizikai hibamechanizmus-csoport figyelembe vételét jelenti. Az alacsonyabb aktiválási energióval leírt hibamechanizmus valószínűségét A-val jelöltük.

$$\Pi_T = A \cdot e^{-E_{a1}/kT} + (1 - A) e^{-E_{a2}/kT}$$

$$\lambda = \lambda_B \Pi_T$$

$$x = 11605 \cdot (1/(T_{sT} + 273) - 1/(T_j + 273))$$

Tekintsünk példaként egy 2 m magas keretet /szekrényt/, amelynek az alapján 25 °C-os levegő lép be, amely középmezősságban 40 °C-ra melegszik, majd a keret tetején 55 °C-ra hevölve távozik. Az SN 29500 szabvány lajstromozása szerint egy 16 bites VLSI mikroprocesszor névleges meghibásodási rátája 70 °C réteghőmérsékleten 400 FIT. A réteghőmérséklet 30 °C-kal magasabb a környezeti hőmérsékletnél a morzsaáramkör teljesítményfelvétele /disszipációja/ miatt.

Az alábbiakban megadjuk a keret három különböző helyén — alul, középen és felül — üzemelő mikroprocesszorra a meghibásodási rátát és reakció gyorsítási tényezőt, abban az esetben ha az

alacsony aktiválási energióval jellemzett hibamechanizmus érvényesülési valószínűsége $A = 0,9$ és az aktiválási energiók:

$E_{a1} = 0,3 \text{ eV}$ és $E_{a2} = 0,8 \text{ eV}$.

Alul: $T_j = 55 \text{ °C}$ $\Pi_T = 0,59$ $\lambda = 238 \text{ FIT}$

Középen: $T_j = 70 \text{ °C}$ $\Pi_T = 1,00$ $\lambda = 400 \text{ FIT}$

Felül: $T_j = 85 \text{ °C}$ $\Pi_T = 1,69$ $\lambda = 675 \text{ FIT}$

A meghibásodási ráta függhet az üzemeltetés helyétől.

Mint látható, a felső érték 2,83-szorosa az alsónak, ami pontosabb becsléseknél nem hanyagolható el. Ily módon azt kell mondanunk, hogy az alkatrészenkénti komplex értékelési módszer az a módszer, amely ma távközlési berendezések esetében célra vezető, és a SIEMENS AG-nál ezt használják.

A következő fejezetben megmutatjuk, hogyan történik az egyes modulokra vonatkozó egyedi paraméterek bevitele.

Rendszer minőségi jegyzék

A rendszer minőségi jegyzék /továbbiakban SQL = System Quality List/ az adatbázis adott címen tárolt adategyüttesből áll. Az SQL tartalmazza valamely rendszer, készülék, keret /szekrény/ vagy más, modulokból felépített egység összes olyan adatát, amely a minőség meghatározása szempontjából fontos. Hasonló minőségi jegyzék létezik az SQL-ben felsorolt minden egyes modul számára is, amit a továbbiakban MQL-lel jelölünk.

SQL-re példát egy kicsiny és egyszerűsített demonstrációs modell kapcsán láthatunk.

A "Hírközlő készülék 88" 9 modulból áll, amelyek 3 sorban helyezkednek el. A processzor egység, a memória egység és a tápegység az alsó sorban foglal helyet, ahol a környezeti hőmérséklet 30 °C-nak lehet tekinteni. / $T_a = 30 \text{ °C}$ /. A hat periféria modul a középső sorban /ahol a környezeti hőmérséklet $T_a = 34 \text{ °C}$ / és a felső sorban /ahol a környezeti hőmérséklet $T_a = 36 \text{ °C}$ / helyezkedik el.

SIEMENS N ZL QES 1

Minőségi jegyzék

QES - Nr: 3856

Minőségi adatvisszajelzés: VAN

Tétel x24129-Q1409-B-2

Kód x dátum: 1988. I. 14.

SZÖVEGFELOSZTÁS

x "Hírközlő készülék 88"

Az összes periféria modul naponta csak

8 órán át és évente 252 napot üzemel

db	Eszközcsoport áramkör kódja	tétel/típus	D	Adr	Dta	Te	PnW	Sf	Tf	Cf	Fn
1	processzor egység	X24129-Q2203-A1-3	3	5 018	-4	0	0	1,00	1,00	1,00	0
1	memória egység	X24129-Q2204-A1-2	3	5 018	-4	0	0	1,00	1,00	1,00	0
1	egyenáramú átalakító	X24129-Q2905-B-2	3	5 047	-4	0	0	1,00	1,00	1,00	0
3	periféria egység	X24129-Q2205-A2-4	3	5 446	0	0	0	1,00	1,00	1,00	0
3	periféria egység	X24129-Q2205-A2-4	3	5 046	2	0	0	1,00	0,23	1,00	2

Modul minőségi jegyzék (MQL)

db	Eszközcsalád áramköri kódja	Tétel/típus	D	Adr	Dta	Te	PmW	Sf	If	Cf	Fn
4	IC	Q67100-Q469-S20	1	2 901	0	0	0	1,00	1,00	1,00	0
1	IC	Q67120-C54-S20	1	826	9	0	0	1,00	1,00	1,00	0
1	IC	Q67120-Y18-S20	1	405	6	0	0	1,00	1,00	1,00	0
1	IC	Q67120-P45-S20	1	445	5	0	0	1,00	1,00	1,00	0
4	IC	Q67120-P32-S20	1	547	5	0	0	1,00	1,00	1,00	0

Az átlagos környezeti hőmérséklet $T_{am} = 34\text{ }^{\circ}\text{C}$ megegyezik a készülék középső sorának magasságában mért hőmérséklettel. A számítógép a következő bemenő adatokra vár:

- "Pcs": a modulok száma,
- "Adr": belső cím,
- "Dta": a kérdéses modul lokális környezeti hőmérsékletének és a készülék átlagos környezeti hőmérsékletének a különbsége, ami lehet pozitív vagy negatív, mindenesetre hőmérséklet-mérések eredménye,
- "If": a modulra ható igénybevétel időtartamának és a vonatkozó naptári időtartamnak a hányadosa,
- "Cf": korrekciós tényező - amelyet modulokkal kapcsolatosan még nem használtak.

Az SQL rendszer minőségi jegyzékből (lásd az előzőekben bemutatott jegyzéket) kiolvasható, hogy pl. a memória egység környezeti hőmérséklete $Dta = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal alacsonyabb, mint a készülék átlagos környezeti hőmérséklete. Míg a processzor, a memória és a tápegység állandó üzemben működik, napi 24 órán keresztül - addig a periféria egységek az üzemén kívüli időkben lekapcsolódnak a tápegységről. A perifériának ez a nem állandó üze me évente 2016 órát tesz ki az SQL jegyzék szerint, ami $If = 0,23$ időkitöltési tényezőt eredményez. Az időszakos üzemeltetésre vonatkozó matematikai modellt /5/ írja le.

A fenti jegyzéken a processzor egység MQL jegyzékének egy részlete látható. A jegyzék felépítése ugyanolyan, mint az SQL jegyzéké. Az MQL "Dta" oszlopa az alkatrész környezeti hőmérsékletének különbségét tartalmazza. További részleteket /6/- ban lehet találni.

Rendszer meghibásodási intenzitás előrejelzési programjának futtatása

A számítógép mindennek előtt bekéri a rendszer teljes "igénybevételi profil"-ját, pl. a készülék átlagos környezeti hőmérsékletét és a keret, szekrény vagy kártyarekesz ventilációs légsebesség adatait és azokat további felhasználásra tárolja. Ezután elolvassa az SQL-nek egy sorát, azonosítja a modult - ami rendszerint egy nyomtatott áramköri kártya - és kikeresi azt az MQL jegyzéket,

amelyik ehhez a modulhoz tartozik az adatbázisban. Az SQL-ben megadott Dta értéket hozzáadja az MQL-ben található Dta értékhez, vagyis a lokális hőmérsékletkülönbség értékeket előjelesen összegzi. Ugyanakkor az SQL-ben található "If" üzemidő kihasználási tényezőt megszorozza az MQL-ben talált "If" üzemidő kihasználási tényezővel.

Az alkatrészek meghibásodási rátájának számítása az "igénybevételi profil"-nak megfelelő eredő tényezők figyelembe vételével, az SN 29500 szabvány alapján történik. Az SN 29500 tartalmazza az alkatrészek névleges meghibásodási rátáit /amelyek a számítások kiinduló alapját képezik/, valamint a hőmérséklet, igénybevételek és más környezeti tényezők figyelembe vételére szolgáló matematikai modelleket.

A rendszerre vagy készülékre vonatkozó, kiszámított meghibásodási intenzitás és hibák közti átlagidő /MTBF/ értékek kinyomtatásra kerülnek. Rendszeres meghibásodási intenzitás és meghibásodás közti átlagidő /MTBF/

SIEMENS N ZL QES 1

Meghibásodási intenzitás
előrejelzés

QESN-Nr: 3856

tétel: X24129-Q1409 - B - 2

Minőségi adat-visszajelzés: VAN Kód x Dátum: 1988. jan. 14.
"HIRKÖZLŐ KÉSZÜLÉK 88"

Meghibásodási Intenzitás és hibák közti
átlagidő - átlagértékek:

xxx Meghibásodási intenzitás = 19 054 fit
xxx Hibák közti átlagidő, óra = 52 482 h
xxx Hibák közti átlagidő, év = 6,1 a

1 fit: 10^9 óránként 1 hiba

MTBF: meghibásodások közti
átlagidő órákban illetve években

Ezek az eredmények érvényesek, feltéve a következőket:

xxx Átlagos környezeti hőmérséklet: $34\text{ }^{\circ}\text{C}$
xxx Mesterséges hűtés nélkül
xxx Készülék-barát környezet
xxx Állandó üzem, 8760 óra évente

Ezt kiegészíti még egy lista, amely a különböző alkatrészfélésegek /családok/ részesedését mutatja az eredő meghibásodási intenzitásból.

Statistikák:

QES-Nr: 3856

Tétel: X24129 - Q 1409-B-2

Minőségi adatvisszajelzés: VAN Kód xx Dátum: 1988. Jan. 14.

Összegezés:

Db	Eszközcsofád	fit 1.10 ⁹	százalékos hiba/óra részesedés
72	Integrált áramkör: kódoló-dekódoló szűrő, előfizetői vonal interfész	3 204	16,8%
890	Kondenzátorok	1 872	9,8%
24	teljesítmény IC-k	1 817	9,5%
30	lineáris IC-k	1 729	9,1%
7	mikroprocesszor periféria IC-k	1,293	6,8%
3	bipoláris teljesítmény tranzistorok	1090	5,7%
6	EPROM, OTPROM memória IC-k	1033	5,4%
24	dinamikus RAM memória IC-k	987	5,2%
224	Zener diódák	830	4,4%
6	sztatikus RAM memória IC-k	803	4,2%
	csatlakoztatások	692	3,6%
168	bipoláris standard IC-k	502	2,6%
1	mikroprocesszor IC	487	2,6%
34	csatlakozók, dugaszaljak	453	2,4%
34	standard CMOS IC-k	372	2,0%
5	teljesítmény diódák, tirisztorok, triakok	347	1,8%
135	általános és Schottky-diódák	340	1,8%

A statisztikai eredményeket ezen kívül megjelenítik egy 3 dimenziós színes diagramon is.

A számítógépes előrejelzés eredményei többféleképpen dolgozhatók fel tovább:

- A gép összefésül az összes MQL jegyzéket egyetlen szuper-Q jegyzékbe, amely a rendszer összes alkatrészét tartalmazza, oly módon, hogy az azonos típusú alkatrészeket összegzi. Ezt a részletes alkatrészlistát azután kinyomtatják. Nagy rendszer esetén a lista 100 oldalt is kitéhet. Ha szükséges, az alkatrészlista újra rendezhető annak kimutatása érdekében, hogy egy bizonyos alkatrész csoport mennyivel járul hozzá az eredő meghibásodási rátájához. Ezt nevezik "Top Ten Method"-nak.

- A másik tovább-feldolgozási mód az, amikor csak az egyes modulfajták meghibásodási intenzitását küldik output eszközre. /Lásd a következő jegyzéket/. A periféria modul kétszer szerepel a listában, mert a környezeti hőmérséklet a középső ill. a felső sorban különbözik egymástól és ezért a meghibásodási intenzitás is kis mértékben különbözik.

Néhány kiegészítő megjegyzés az eredményekhez:

- Az előrejelzett meghibásodási intenzitás a szükséges alkatrész cserékkel kapcsolatos. Feltételeztük, hogy nincs fölösleges alkatrész a rendszerben, ezért minden meghibásodott elemet előbb vagy utóbb ki kell cserélni.
- A meghibásodási intenzitás értékek önmagukban nem fejezik ki a használhatóságot, de annak becsléséhez elengedhetetlenek.
- A meghibásodási intenzitás értékét időben állandónak tekintjük. Mivel az alkatrész élettartamának korai szakasza nem eléggé jól ismert, a

Különböző modulfajták meghibásodási intenzitása

SIEMENS N ZL QES 1

Meghibásodási intenzitás előrejelzés

Az összetevők meghibásodási intenzitása, felső és alsó határok

xxx átlagos környezeti hőmérséklet 34C°

xxx mesterséges hűtés nélkül

xxx készülék-barát környezet

xxx állandó üzem, 8760 óra évente

1 db processzor X24129-Q2203-A1-3 4 966,1x1 = 4 966,1 fit
egység

modul minőségi jegyzék 4 347,5x 1 = 4 347,5 fit
Dta = -4C°

1 db memória X24129-Q2204-A1-2 4 077,9x 1 = 4 077,9 fit
egység

modul minőségi jegyzék 2,940,6x 1 = 2 960,6 fit
Dta = -4C°

1 db egyenáramú X24129-Q2905-B-2 3 938,7x 1 = 3 998,7 fit
áramátalakító

modul minőségi jegyzék 3 882,6x 1 = 3 882,6 fit
Dta = -4C°

3 db periféria X24129-Q2205-A2-4 1 191,2x 3 = 3 573,6 fit
egység

modul minőségi jegyzék 1 029,6x 3 = 3 088,7 fit
If = 0,23

3 db periféria X24129-Q2205-A2-4 1 292,7x 3 = 3 878 fit
egység

modul minőségi jegyzék 1 118,1x 3 = 3 54,4 fit
Dta = 2C If = ,23

Összegezett meghibásodási intenzitás 19 054 fit

határok 20 494 17 614 fit

hibák közti átlagidő MTBF átlagérték 52 482 h

határok 48 794 56 774 h

kezdeti /korai/ kiesés becslésére nem vállalkozhatunk.

Következtetések

A SIEMENS AG által kifejlesztett valamennyi nyilvános távbeszélő /kapcsolástechnikai/ rendszer és egy sor más rendszer és eszköz értékelése a jelen beszámolóban ismertetett QESAR hibaelőjelzési szoftver programcsomag segítségével történik. A program mini-számítógépen fut, egy 128 Mbyte kapacitású /fix- lemezes/ tároló tartalmazza a szükséges adatokat. Az értékelni kívánt rendszer nagysága és bonyolultságára vonatkozóan nincs semmiféle megkötés. A programfutás ideje — az előző példát alapul véve — 90 - 120 másodperc az előrejelzés módjától függően és oldalanként további 40 másodperc szükséges a kinyomtatáshoz.

Az eredményeket — amilyen hamar csak lehetséges — igyekeznek üzemi megbízhatósági adatokkal összehasonlítani. A tapasztalat azt mutatja, hogy a legkomolyabb eltérés az előrejelzés és az üzemi referencia adatok között az igénybevételi profil helytelen felméréséből adódhat, vagy még inkább egyes alkatrészek rendkívüli egyedi terheléséből /ami jelenthet túl- vagy aláterhelést/.

Például sok alkatrész nincs állandó terhelés alatt, ahogy azt feltételezték, hanem csak a rendszer működési idejének egy tört része során. Ilyen esetben az előrejelzett meghibásodási ráta rendszerint nagyobb, mint az üzemi tapasztalatból származó érték.

IRODALOM

- [1] Elektronikai berendezések megbízhatóságának előrejelzése MIL HDBK 217E, USA.
- [2] Elektronikai berendezések megbízhatósági előrejelzésére szolgáló eljárás. Bell Communication Research, USA.

- [3] CNET megbízhatósági adatok katalógusa, Franciaország.
- [4] Távközlő rendszerekben használt elektronikai alkatrészek megbízhatósági adatainak kézikönyve, HRD4, British Telecom, Nagybritannia.
- [5] Előrelépés a számítógéppel támogatott megbízhatósági előrejelzés területén. R. Nitsch, Reliability Technology, J. Moltoft and F. Jenes /editors/, Elsevier Science Publishers B.V. 1986.
- [6] Minőségi jegyzék - mint a számítógéppel támogatott megbízhatósági előrejelzés eszköze. R. Nitsch, Proceedings of 5. International Conference on Reliability and Maintainability, Biarritz, France, Oct. 1986.

Könyvismertetés

György Fodor: Nodal Analysis of Electrical Networks
Akadémiai Kiadó, Budapest, 1988. pp. 400.

Ezúttal egy angol nyelvű könyvet ajánlunk az olvasók szíves figyelmébe. A könyv az 1982-ben megjelent "Villamos hálózatok csomóponti analízise" című magyar kiadás bővített angol nyelvű változata. A bővítés négy új fejezet megírását jelenti, amelyekkel a szerző a csomóponti analízis módszerét további áramkör-osztályokra terjesztette ki. Itt jegyezzük meg, hogy az analízis szó most az egyenletek felírását jelenti. A könyv nem foglalkozik sem modellalkotással sem egyenletek megoldásával.

A könyv első hat fejezete a Kirchhoff-egyenleteknek eleget tevő hálózatok analízisével foglalkozik: a hálózatelméleti alapok összefoglalása után a lineáris hálózatok frekvenciatartománybeli-, a lineáris dinamikus hálózatok időtartománybeli analízise következik (1., 2. és 3. fejezet). Ezt követi a rezisztív hálózatok időtartománybeli-, majd a nemlineáris és variáns dinamikus hálózatok időtartománybeli analízise (4. és 5. fejezet). A 6. fejezettel kezdődik az új rész, amelyben különböző transzferjellemzők meghatározása és az érzékenységek számítása szerepel.

Új hálózatosztály jelenik meg a 7. fejezetben, mégpedig a jelfolyam hálózatok osztálya. E hálózatok frekvenciatartománybeli analízisét végigkíséri a transzferjellemzők és az érzékenységek számítása is. A 8. fejezetben is jelfolyamhálózatok kerülnek tárgyalásra, de itt időben folytonos és időben diszkrét működésű

áramkörök is szerepelnek. Ezek az ún. vegyes hálózatok. A szerző kitér egyes áramkörök frekvencia és időtartománybeli analízisére és külön figyelmet szentel a mintavételező hálózatok szisztematikus tárgyalására. A könyv záró 9. fejezete a kapcsolt kapacitású (SC) áramkörök alapvető tulajdonságait és analízisét mutatja be.

A Híradástechnika c. folyóirat olvasói jól ismerik Fodor György professzort, az Elméleti Világosságtan Tanszék vezetőjét, aki több egyetemi jegyzetet és szakkönyvet írt már, és sok száz hallgatót tanított meg a villamosságtanra. A több évtizedes gyakorlat és tapasztalat tükröződik a könyv felépítésében, stílusán, didaktikai módszerén. Természetesen, akit csak az első öt fejezet érdekel, az olvassa a magyar változatot. Aki azonban a 6-9 fejezetek témái iránt érdeklődik, annak ajánljuk a könyvet, hiszen ebben magyar nyelvű változat nincsen.

Véleményem szerint a felvázolt tárgykörben a könyvet jó haszonnal forgathatják elmélyedni kívánó egyetemi hallgatók, tudományos ösztöndíjasok és kutató mérnökök.

dr. Solymosi János
a műszaki tudományok kandidátusa

Felhasználó-orientált integrált áramkörökre vonatkozó minőség- és megbízhatóság biztosítási tervek és tapasztalatok

PENTTI JÄÄSKELÄINEN

Micronas Inc., Finland

ÖSSZEFOGLALÁS

A beszámoló bemutatja egy kicsiny, szilícium-völgyi félvezető forgalmazó cég és egy induló finn félvezető gyártó cég minőség- és megbízhatóság gondolkodásmódjában mutatkozó különbségeket és azt, hogyan és mikor vált láthatóvá mindkét cég működése során a szigorú japán minőségügyi koncepció befolyása.

Történeti áttekintés

Az 1960-as és 70-es években Finnországban gyorsan nőtt az elektronikai ipar és ezzel egyidőben több felmérést végeztek arra vonatkozóan, hogy mennyire lenne kifizetődő félvezető gyártást meghonosítani. A felmérések oda vezettek, hogy 1980-ban a nagyobb finn elektronikai cégek megalakították a Micronas Részvénytársaságot.

A technológiát egy kis szilíciumvölgyi cégtől vették át, licence egyezmény keretében. Az első fázisban a Micronas áramkörtervező és folyamat-szabályozó (technológiai tervező) mérnökei valamennyien 1 éves tanulmányútra mentek az Egyesült Államokba. Később a felhasználó-orientált áramkörök gyártása részben az Egyesült Államokban, részben Japánban folyt, mivel egy kis japán cég szintén megvette ugyanennek a gyártásnak a licencét. A mi saját gyártásunk Finnországban 1986-ban kezdődött.

A Micronas részvénytársaság felhasználó-orientált integrált áramköröket (= application specific integrated circuits, ASIC) gyárt. Az alkalmazottak száma 1988 elején: 130 fő.

Filozófiai háttér

Mint köztudomású, a második világháború befejezése óta erős kölcsönhatás áll fenn az amerikai és japán minőség- és megbízhatóság filozófiák (a továbbiakban Q & R filozófiák) között. Mindez akkor kezdődött, amikor Dr. Deming és Dr. Juran Japánba látogatott és segítette a japánokat minőségi forradalmuk megalapozásában.

Az 1970-es években a japánok állandóan növekvő placi sikerei láttán nagy érdeklődés ébredt a japán gazdaságirányítás és különösen a japán minőség iránt, amely a japán gondolkodás egyik központi vezérelve. A nyugati vállalatok fokoza-

tosan átvették a legtöbb "látható" japán eszmét, kezdve a minőségi körök gondolatával, majd - mivel ez nem oldotta meg a problémákat - "mélyebbre ásták" a japán eszmék között.

A jelen beszámolóban szerző - saját megfigyeléseire és a szilíciumvölgyi céggel való közvetlen üzleti kapcsolataikra támaszkodva - leírja, hogy ez a fejlődési folyamat milyen befolyást gyakorol partnereik és a saját gondolkodásuk módjára.

Minőség a kezdeti időszakban

Amikor 1980-ban megalakultunk, természetesen azt vártuk, hogy amerikai partnerünk körülbelül ugyanúgy fog viselkedni, mint a nagy amerikai félvezető cégek Finnországban folytatott üzleti ügyeik bonyolításakor. Ez a várakozásunk hibásnak bizonyult. A nagy félvezető cégek alkalmazkodtak a skandináv piac igényéhez és mi fokozatosan megtapasztaltuk a különbségeket.

A Szilícium-völgyben az ár szorosan kapcsolódott a minőséghez. Az elv az volt, hogy alacsony ár - alacsony minőség, magas ár - magas minőség. A finn távközlési ipar szigorú követelményeket támasztott az alkatrészek minőségével szemben, ugyanakkor igyekezett nagy nyomást gyakorolni az árakra. Partnerünk megítélése szerint ezeknek a követelményeknek a nagy része MIL-szintű követelmény volt, amelynek teljesítése csak jelentősen megnövelt áron lehetséges. A magas többlet ár versenyképtelenséget jelentett a finn piacokon, ezért elkezdtünk, szűrővizsgálatokra alkalmas eszközöket beszerezni és vállalnunk kellett a kihatással csökkenéséből származó esetleges veszteségeket. Partnerünk részéről a felhasználói problémákkal szemben elutasító magatartást tapasztaltunk. Szerintük minden probléma felhasználói jellegű volt, miután a legyártott áramkör elhagyta az ő végvizsgálati procedúrájukat. Mindezt fokozatosan tanultuk meg, amikor udvarias, de egyáltalán nem konstruktív válaszokat kaptunk problémáink felvetésére. Hibaelemző kapacitásunkat fel kellett fejlesztenünk és miután képessé váltunk arra, hogy a problémákat a maguk fizikai valóságában feltárjuk, az együttműködés jelentősen megjavult a problémás ügyekben.

* Előadásként elhangzott a Relectronic '88 konferencián.
(Fordította: Kesselyák Péter)

A japán gyártókkal kapcsolatos tapasztalataink sokkal közelebb álltak a finn elvárásokhoz. Az Ő kereskedelmi minőségükben a szigorú minőségi követelmények elismerése normál gyakorlatnak számított. A japán áramkörökön végzett szűrővizsgálataink jobb eredményt adtak, mint az amerikai áramkörökön végzett szűrővizsgálatok. És ha áramköri fogyatékoság fordult elő, japán partnerünk aktívan bekapcsolódott és értékes segítséget nyújtott a probléma megoldásához.

Változás a minőségről való gondolkodásmódban

A változás 1986-ban következett be. Amerikai partnervállalatunk elnöke nyugalomba vonult és az új elnök egy nagy félvezető gyárból jött. A nagy félvezető forgalmazó házak voltak az elsők, amelyek a japán eszméket átvették és így érthetőek a változások, amelyeket az új elnök indított el. Mi ekkor még nem fordítottunk nagy figyelmet a változásokra, mert el voltunk foglalva saját félvezető-gyártó sorunk beindításával és a termelés Finnországba való áthelyezésével.

Nálunk a változás 1987-ben következett be. Elnökünk tanácsadót kért egy kis, szilícium-völgybeli tanácsadó cégtől azért, hogy szemináriumot tartson számunkra a "totális minőségi kultúráról". Az előadások Dr. Deming és Dr. Juran munkáin alapultak, - és ami számunkra rendkívül fontos volt - félvezető gyártásban való alkalmazásra vonatkoztak. A tanácsadó, aki egy nagy félvezető gyár termelésirányítói gyakorlatával rendelkezett,

képes volt meggyőzni még a mi technológusainkat is az új minőségi szemlélet lehetséges áldásáról. A következő lépés az volt, hogy a Micronas igazgatói tanácsa úgy döntött, személyesen tanulmányozzák, a "totális minőség" filozófiáját. Ez részben olyan üléseken történt, ahol a legfelső vezetők meghallgatták a video kazettáról Dr. Ishikawa előadásait és a felvetett témákat megvitaták, részben pedig otthon tanulmányozták Dr. Deming, Dr. Ishikawa és Dr. Juran könyveit. Ilyen előtanulmányok után elhatározták hogy a "totális minőségi kultúrát" vállalati szintű mozgalommá teszik. Az első vállalati szintű összejövetet 1988 februárjában tartották. Ezen a gyűlésen elnökünk megmagyarázta a totális minőségi kultúra tartalmát és értelmét és felkért mindenkit, hogy konstruktív módon vegyen részt az új erőfeszítésekben.

A minőség új megközelítésének eredményeiről e helyen még nem számoltunk be, mivel - Dr. Ishikawa szerint - legalább 2-3 évre van szükség a totális minőségi kultúra meghonosításához egy vállalatnál. Mi tudatában vagyunk, hogy mindez milyen kihívást jelent a számunkra. Valamely kultúrát nehéz megváltoztatni. Finnországban mi a nyugati világhoz hasonló ipari hagyományokkal rendelkezünk, ahol minőséget specialisták hatáskörébe utalják és a munkásokat szidják a hibákért.

Irodalom

- [1] R.E. Deming: Kilábalás a krízisből, MIT, 1986.
- [2] K. Ishikawa: Mit jelent a totális minőség-irányítás?
- [3] J. M. Juran: Áttörés a vezetésben. McGraw-Hill, 1964.

Felhívás

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület 1989 szeptember 5.-7. között Budapesten, ötödik alkalommal rendezi meg az elektronikus készülékek és berendezések konstrukciója tárgyú, nemzetközi részvételű konferenciát, a

CONSTRONIC'89-et.

A rendezvény célja, hogy fórumot adjon az elektronikai berendezések konstrukciójával és gyártástechnológiájával foglalkozó külföldi és hazai szakembereknek új eredményeik ismertetéséhez, problémáik megtárgyalásához.

A konferencia témakörei: konstrukciós módszerek és megoldások, a felületszerelés konstrukciós kérdése, az ipari formatervezés és ergonómia, a természeti energiák felhasználásának konstrukciós problémái, szabványosítás, megbízhatóság, kör-

nyezetállóság, hőtechnikai kérdések, a konstruktorképzés helyzete, stb.

A konferencia szervező bizottsága tisztelettel kéri azokat a szakembereket, akik szívükön viselik a magyar elektronikai ipar sorsát, hogy eredményeik és problémáik ismertetésével segítsék elő a konferencia céljának megvalósítását.

Kérjük, hogy részvételi szándékukat az előadás címével és rövid tartalmi kivonattal együtt a Szervező Bizottság/HTE, 1372 Budapest, Kossuth Lajos tér 6-8./ címére szíveskedjenek megküldeni.

Molnár Ferenc
a Szervező Bizottság titkára

A használhatósági és megbízhatósági terv II. rész

A használhatóság és megbízhatóság célszerű mértékei

CZEINER ANTAL

Magyar Posta Központja

ÖSSZEFOGLALÁS

A 3 részes cikksorozat a Magyar Posta közhasználatu távbeszélő-hálózatára kidolgozott használhatósági és megbízhatósági tervét ismerteti.

Az 1. rész a használhatósággal és megbízhatósággal kapcsolatos, a CCITT Tanulmányi Bizottságaiban és a Posta Kísérleti Intézetben folytatott tevékenységet, a belföldi és külföldi útkeresést foglalja össze, valamint az ennek során kialakított alapvető ajánlást.

A 2. rész a CCITT vagy CCIR által nem definiált feltételeket, fogalmakat és az ezekre vonatkozó meghatározásokat, valamint összefüggéseket, képleteket ismerteti felhasználva a Helyközi Távbeszélő Igazgatóságon szerzett gyakorlati tapasztalatokat is a használhatóság követelmények meghatározására.

A 3. rész a használhatóság követelmények meghatározását és felosztását fogja ismertetni.

2.1 Bevezetés

Ha valaki szolgáltatást vesz igénybe, amelyért fizetnie kell, azt használni akarja. Amennyiben nem sikerül, nem vigasztalja őt az a tény, hogy a hibás berendezést a szolgáltató melyik gyártócégtől vásárolta, van-e hozzá tartalék és milyen a karbantartás rendszere. Őt csak a sikertelenség érdekli, amely méltánytalanul éri, hiszen (az esetek többségében) mindent előírás szerint csinált, fizetett és hiába.

Különösen vonatkozik ez a távközlésre, amely a hálózat különféle részein működő, különféle gyártmányú, megbízhatóságú és koru valamint korszerűségi szinten előállított eszközök és berendezések véletlenszerű összekapcsolásával létesíti az összeköttetéseket.

A Magyar Posta feladata tehát a távközlő hálózatban alkalmazott berendezések gyártócégtől független minőségű szolgáltatás nyújtása. Ez az oka annak, hogy a HMT elsősorban a használhatósággal () foglalkozik (amelyet meghatározott érték felett kell tartani) és csak másodsorban a megbízhatósággal (amelyet a gyártócégtől kell megkövetelnie a gazdaságos üzemeltetés érdekében).



CZEINER ANTAL

1954-ben a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán végzett. Azóta a Magyar Posta munkatársa. 30 évet a Helyközi távbeszélő Igazgatóságon

dolgozott. Ezalatt volt üzemeltető, berendezés fejlesztő, végzett garanciális javítást és a vívőfrekvenciás hálózat fejlesztését tervezte. 4 éve a Magyar Posta Központjában hosszútávú fejlesztéssel foglalkozik.

A használhatóság tervezésére azért van szükség, mert a jelenlegi állapothoz képest a használhatóság átlagos és minimális értéke a hálózatba beépített redundancia (tartalék átviteli nyálábok) és forgalom átirányítás) általánossá válása esetén kezd el jelentősen, általánosan növekedni.

2.1.1 A használhatóság javításának ütemei

A szolgáltatás használhatóság tervszerű és rendszeres javításának három üteme van:

a használhatóság

- tervezése, szolgáltatásra és hálózatra (hálózat-részre, összeköttetésre) célérték kiosztása,
- specifikálása, berendezés, kábel, elemi részek, követelményeinek előírása (átlag és minimális érték),
- az éves üzemi használhatóság tapasztalati értékének ellenőrzése, az előírás megtartásának igazolása ill. szükség esetén az érték helyreállítása, szintentartása az üzemeltetés során.

A használhatóság tervezése alatt az előfizetői elégedettséget még biztosító, a szolgáltatásnál megengedett használhatatlanság értéknek a hálózat elemeire való felosztását értjük. Ezt a hálózat elemeire a hosszútávú (élettartamra vonatkozó) gazdaságosság szempontjának figyelembevételével osztjuk szét. Vagyis a beépítendő redundancia és a tartalékok költsége mellett az ezek következtében előálló bevétel kiesés lecsökkentését és az üzemeltetési költség csökkenését kell értékelni pl. 15 éves időtartamra. Tehát az élettartam minimális költségére kell tervezni, nem a beruházás kezdeti minimuma a mértékadó.

A használhatóság specifikálása: a tervezés során a hálózat elemeire kiosztott használhatat-

* Használhatóság alatt az elem átlagos működőképességének valószínűségét értjük. Ez jellemezhető adott elem üzempépes idejének az üzemidőre vonatkozó arányával vagy adott elem adott időpontban üzempépes mennyiségének a teljes üzemi állományra vonatkoztatott arányával. Az utóbbit nevezi az X 60-503 francia használhatóság szabvány szolgáltatás-használhatóságnak.

lanság küszöbértékek alapján az egyes részek minimális használhatóságának előírása.

A használhatóság igazolása, ellenőrzése és előírt szint felett tartása az üzemeltetés során végzett tevékenység, amelynek célja a tervezés és beruházás során meghatározott mértékű használhatóság rendszeres helyreállítása.

A használhatóság rendszeres javításának 3. üteme, az üzemeltetés során végzett ellenőrzés és a szintentartó tevékenység szervezése csak részben műszaki tevékenység. Ezért a HMT a továbbiakban csak a tervezéssel és specifikációval (az 1. és 2. ütemmel) foglalkozik a közhasználatú távközlés használhatóságának tervszerű és rendszeres javítása érdekében. Ennek során a CCITT és CCIR ajánlások mellett korszerű távközlő hálózaton (Bell Operating Company) megengedett szolgáltatás használhatatlanság értékét, valamint a hazai hálózatra vonatkozó, mért adatokat is figyelembe kell venni.

Emellett ki kell majd alakítani a gépi adatgyűjtéssel meghatározható adatokat és ezek különböző alkalmazási területeit (a 3. ütem bevezetésének feltételeit) annak érdekében, hogy a HMT előírást rendszeresen ellenőrizni lehessen a karbantartó tevékenység hatékonyságának és gazdaságosságának növelése céljából.

2.1.2 A használhatóság jelentősége az előfizető és a szolgáltató szempontjából

Az előfizető vagy a szolgáltatás felhasználója kifogástalan, de legalább elfogadható minőségű szolgáltatásra tart igényt. Nem érdekli, hogy berendezés- vagy kábel hiba, ill. a forgalmi tervezés hibája okozta torlódás miatt romlott le a szolgáltatás. Ezért a Posta tervezői és beruházói feladata a megfelelő kiszolgálóképesség létesítése, üzemeltetői feladata pedig a megfelelő működőképesség rendszeres helyreállítása, szintentartása.

A szolgáltató szempontjából lényeges különbség, hogy berendezés- vagy kábel hiba ill. a forgalmi tervezés hibája okozza a torlódást. A berendezés- vagy kábelhiba a központ, vagy az átviteli út forgalomlebonnyoló képességét csökkenti. Ennek kiküszöbölése a beruházás átfutási idejéhez képest rövid idő (órák) alatt lehetséges. Ha azonban a központ forgalmas-órai átlagos forgalma a tervezettnél (lényegesen) nagyobb, ennek következményeit kiküszöbölni csak évben vagy években mérhető idő alatt, a forgalom és a hálózat átszervezésével, ill. beruházással lehet.

2.1.3 Használhatóság, torlódás és a kifogástalan működés

Valamely központ megfelelő működése egyaránt függ az elemeknek használhatóságától és a torlódás valószínűségétől. Ezt az összefüggést a CCITT E. 845 ajánlásának B melléklete a következőképpen világítja meg.

Annak valószínűsége, hogy a hálózat kapcsolt összeköttetésének hibáját egy központ okozza:

$$P_S = 1 - (1 - P_{SB}) \cdot (1 - P_{SF}) \cdot (1 - P_{SD}) \quad [2.1]$$

Ahol P_{SB} a torlódás miatt bekövetkező blokkolás (átmeneti üzemképtelenség) valószínűsége, amelynek oka nem a központban van

P_{SF} a központ meghibásodásának valószínűsége a hívás felépítése során

P_{SD} annak a valószínűsége, hogy a központ a hívást vagy megkezdett beszélgetést nem teszi lehetővé

P_S pedig a kapcsolási folyamat nem kielégítő működésének valószínűsége.

Visszatérve a központ működési hibáihoz: a központ elemeinek egy része csak a kapcsolat felépítésében a tartásidőnél lényegesen rövidebb ideig vesz részt, más része pedig a kapcsolat részét képezi, ezért a teljes tartásidő alatt működni kell.

Vezessük be a következő jelölést:

$$A_K = (1 - P_{SF}) \cdot (1 - P_{SD}) \quad [2.2]$$

Vagyis nevezzük A_K -t központ használhatóságának az összeköttetés felépítése és a beszélgetés lefolytatásában résztvevő elemeknek eredő használhatóságát. Ennek felhasználásával a jó működés valószínűsége a (Q_K) a következő:

$$Q_K = (1 - P_{SB}) \cdot A_K \quad [2.1a]$$

A központ használhatatlanságába (U_K) beleértjük a továbbiakban mind a kapcsolat felépítésében résztvevő, mind a teljes tartásidő során használt elemeinek hatását.

Tehát míg átvitelnél elegendő a használhatóság ellenőrzése és szintentartása, központoknál a forgalom rendszeres felügyeletére is szükség van.

2.2 A célrendszerű mértékek

A CCITT E. 801 ajánlásban az elem használhatóságának jellemzésére 11 mérték szerepel, a megbízhatóságra pedig 8. Ezek közül kell egy-egy olyant kiválasztani, amely

- egyszerű kezeléssel célműszerrel, minimális emberi közreműködéssel (hosszú időn át, folyamatosan) ellenőrizhető,

- vagy egyszerű adatszolgáltatásból adódik.

Mindkét esetben alapkövetelmény, hogy a mérés vagy adatszolgáltatás értékeiből a használhatóság vagy megbízhatóság mértékét egyszerűen lehessen megállapítani. Ne kívánjon bonyolult számítást annak meghatározása, hogy az ellenőrzött elem a rá vonatkozó minőségi követelményeknek megfelel-e.

Annak érdekében, hogy a használhatóság és a megbízhatóság jellemzőjét számszerűen értékelni lehessen, a következőket kell ideiglenesen meghatározni (míg a CCITT vagy IEC ilyen küszöbértéket vagy definíciókat nem ajánl)

- mit nevezünk kiesésnek?

- a használhatóság követelmény teljesítésének ellenőrzéséhez milyen időtartamú legyen a megfigyelés?

- mit nevezünk súlyos hibának?
 - mit nevezünk (a szolgáltatás szempontjából) rendkívüli eseménynek?
 - a távközlés elemének hasznos élettartama az üzembehelyezéstől számítva mennyi idő múlva kezdődik, gyakorlatilag az állandó meghibásodási ráta értékére mekkora tűrés fogadható el.
- Kiesési idő a CCITT E.801 ajánlás 5302 jelű forgalmának, az üzemképtelen időnek felel meg.

2.2.1 A használhatóság mértéke

2.2.1.1 A hálózat elemének használhatósága

A használhatóság célszerű mértéke a fenti szempontok alapján a használhatóság egy évre vonatkozó átlagértéke (A), ill. amiből egyszerűen számítható, a halmozott üzemkiesés idő. A számításoknál gyakran célszerű azonban a használhatóság helyett a használhatatlanságnak (U) az alkalmazása. (Ezek összefüggése a cikksorozat 1. részében szerepelt.)

Az E. 801 ajánlásban megadott használhatóság mértékek nem határozzák meg a használhatóság megfigyelésének minimális időtartamát, ezért a következő (tapasztalatban bevált) értékeket célszerű figyelembe venni:

- A tartós használhatóság érték meghatározása érdekében, általában egy éves, folyamatos megfigyelésre van szükség, mivel csak elég-

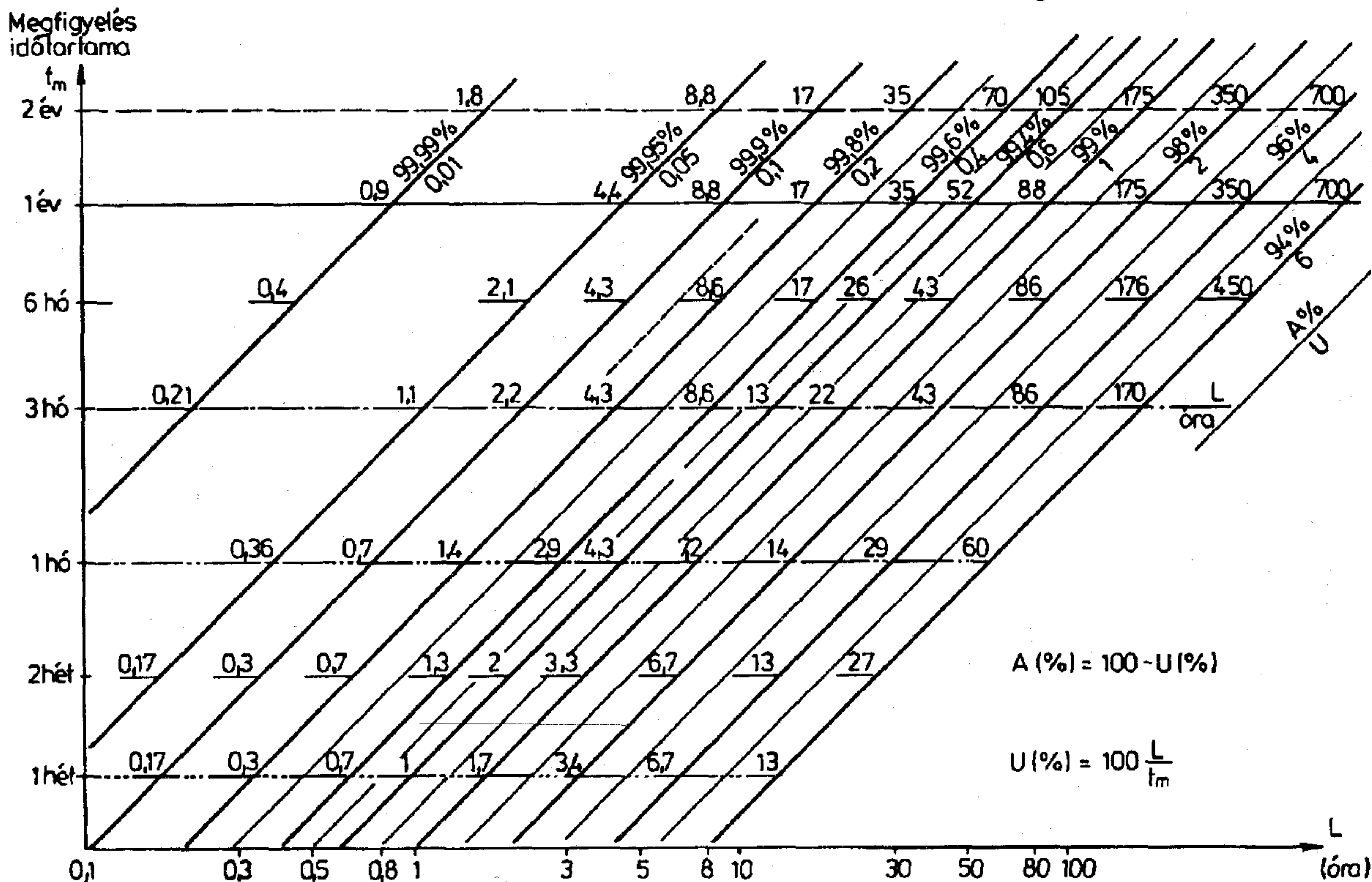
gé hosszú idő szolgáltat mértékadó átlagértéket.

- Az *üzemben lévő* hálózat elemek használhatóság *ellenőrzését* legalább 3 hónapig kell folytatni, ha ennek eredménye nem kielégítő, akkor folytatni kell egy évig.
- *Prototípus berendezések használhatóság vizsgálata* is legalább 3 hónap.
- *Új, de nem prototípus berendezés* üzembehelyezés előtti megfigyelésének időtartama legalább 1 hónap.

A kiesés időtartamának egyértelmű meghatározása érdekében definiálni kell a hálózat különböző elemeinél mit nevezünk súlyos hibának:

- Az áramkörnyalábok ellenőrzése során a 2 másodpercnél hosszabb megszakadást, beajosodást, amelyet pilotriasztás vagy AIS (riasztást jelölő jelzés) jelöl.
- Központon belül az, amely a kapcsolatoknak felépítését és fennmaradását a hívásoknak több, mint 10 %-ánál 2 másodpercnél hosszabb időtartamra lehetetlenné teszi. (Vegyes várakozásos, torlódásos rendszernél pedig kb. 30 mp.)
- Kábelnél az előfizetők, ill. áramkörök több, mint 10 %-át érintő, működést megakadályozó hibát.
- Az áramellátásnál azokat, amelyek az előfizetők több, mint 10 %-ának a szolgáltatás felhasználását 2 percnél hosszabb ideig megakadályozza.

A megfigyelési időnek (t_m) és az észlelt kiesési időnek (L) ismeretében az 1. ábrán leolvasható akár a használhatóság, akár a használhatatlanság



H479-1

1. ábra

értéke. A vízszintes tengelyen az észlelt kiesési idő, függőleges tengelyén pedig a megfigyelés időtartama van feltüntetve. Az egyenesek felett a használhatóság, alatta pedig a használhatatlanság szerepel paraméterként. A leolvasás egyszerűsítése érdekében az adott megfigyelési időre és használhatóságra vonatkoztatott kiesési idő is fel van tüntetve. Így adott esetben a használhatóság leolvasásához vonalzót téve a megfigyelési időhöz (a vízszintes tengellyel párhuzamosan) megkeressük azt az egyenest, amelyre a ráírt kiesési idő nagyobb a ténylegesnél (vagy esetleg egyezik azzal). Ha az eltérés kicsi, akkor az így metszett egyenesen megkeresve a hozzátartozó használhatóság (vagy használhatatlanság) értéket, leolvassuk azt. Amennyiben az eltérés jelentős, nemcsak a kiesési időnél nagyobb, hanem a kisebb kiesési időhöz tartozó használhatóságot is leolvassuk lineáris interpolálást végezhetünk el az érték pontosítására.

2.2.1.2 Hálózatrész használhatóságának mértéke

A távközlő hálózatot az átlag használhatatlansággal jellemezzük. Rendkívüli eseménynek számít a meglévő szolgáltatás részben, vagy teljesen hasz-

nálhatatlanná válása, ha időtartama és hatásszélessége az 1. táblázat értékelt eléri, vagy túllépi.

A hálózatrész valamely elemének rendkívüli esemény okozta éves használhatatlanságát az 1. táblázat és az alábbi összfüggés alapján lehet meghatározni:

$$U(\%) = \frac{E_e}{E_o} \cdot \frac{L_e}{87,6} \quad [2.3]$$

Ahol E_e a rendkívüli események által érintett előfizetők (vagy azonos típusú hibás elemek) száma,

E_o a vizsgált terület összes előfizetőjének (vagy összes azonos típusú elemeinek száma),

L_e a vizsgált terület E_e előfizetőjét, vagy elemét érintő nagyobb elemének rendkívüli kiesési ideje,

U az év során rendkívüli eseményeknek kitett hálózatrész éves átlag használhatatlansága.

A rendkívüli események alapján számított használhatóság nem tartalmazza az egyedi hibák (pl. érszakadás) hatását, mivel az a fenntartás szempontjából hiba ugyan, de a szolgáltatás egészére a hatásuk elhanyagolható.

A 2.3 képletben szereplő hányados, amely használhatatlanság súlytényezője (h) a hatásszélesség:

$$h = \frac{E_e}{E_o} \quad [2.4]$$

Ennek értéke határozza meg a rendkívüli esemény hatását a hálózatrészben a szolgáltatásra.

2.2.2 Elem megbízhatóságának mértéke

Az alkatrész és egység megbízhatóságának gyakorlati jellemzésére a *kiesési gyakoriság* alkalmas. A kiesési gyakoriság (a megbízhatóságelméletben használt megfelelője a meghibásodási ráta).

Exponenciális elosztást feltételezve a kiesési gyakoriság a meghibásodott és megjavított vagy lecserélt elemeknek az üzemelők számára a vonatkoztatott aránya, mindkettőnek jellemzésére alkalmas. Nem teszünk különbséget az egyszer ill. többször javított és nemjavítható elemek között. (Ezért használunk külön megnevezést).

Az éves átlag kiesési gyakoriság meghatározása érdekében (míg a CCITT-nek ajánlott értékei nem lesznek) a következő ideiglenes értékeket célszerű alapul venni.

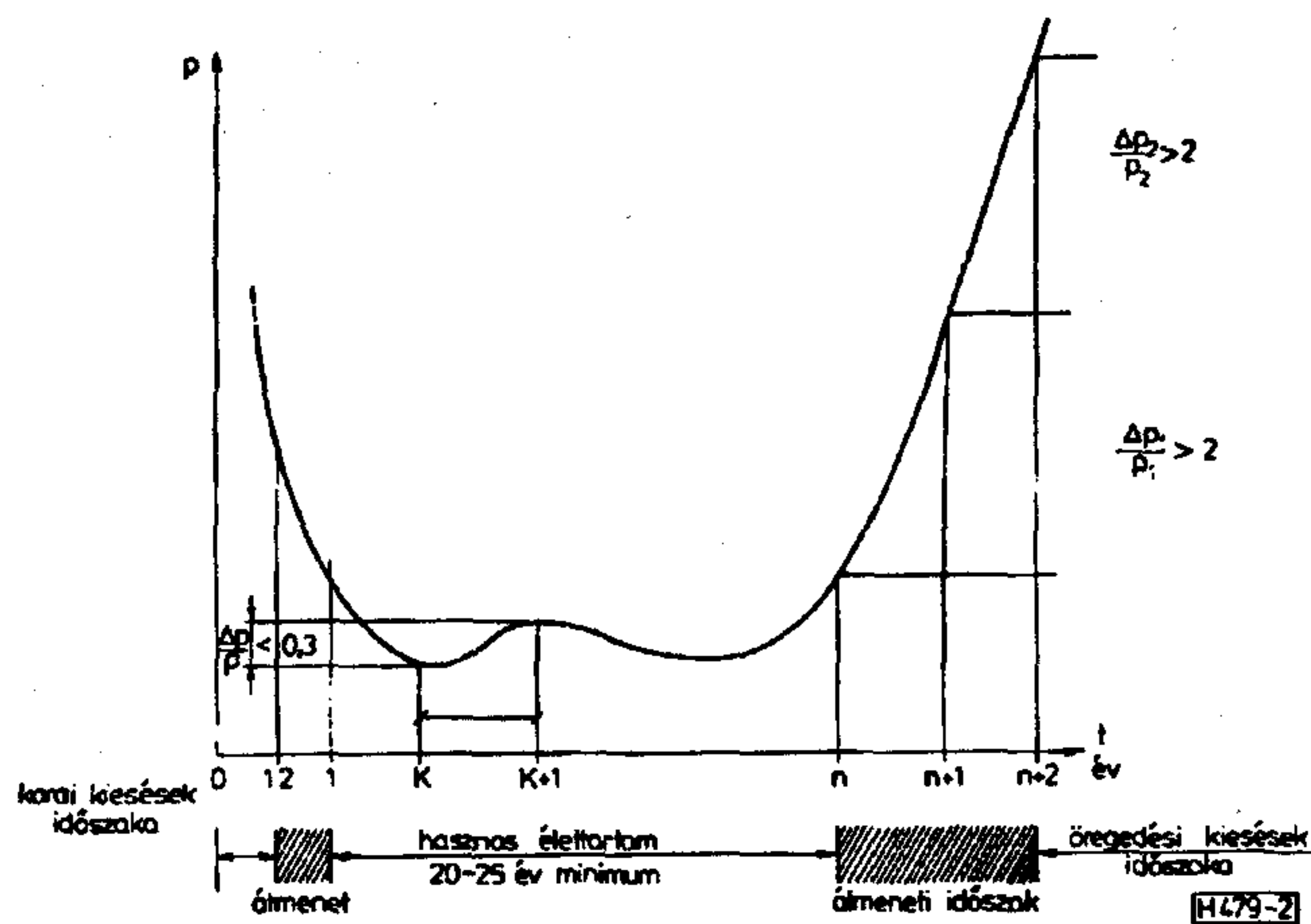
A kiesési gyakoriság - idő (fürdőkád) görbe szakaszai: (1. a 2. ábrát)

- A *kiesési gyakoriságot* állandónak kell tekinteni, ha az éves értékek az egymást követő években *legfeljebb 30 %-kal* térnek el egymástól. Az éves értékek csak akkor hasonlítha-

1. táblázat

Rendkívüli események meghatározása távközlő hálózatra

idő-tartama óra perc		Az esemény által érintett			Megjegyzés A hibás hálózatelem
		állomás db	áramkör db	vonal-rendszer csatorna	
> 15	> 1000				Helyi távbeszélő központ
> 15			> 100		Helyközi távbeszélő központ
> 15	> 100				Távíró- vagy telex-központ
12			> 500		Helyi előfizetői kábel
12			> 100		Helyi tönk kábel
12			> 50		Hangfrekvenciás helyközi kábel
12			> 10		Hangfrekvenciás légvezeték
2			> 50 %		Kábel, berendezés, mikrohullámú összeköttetés, ha egy szonykú áramkörnek 50 %-át érinti
2				> 60	Sokcsatornás vezetékes vagy mikrohullámú áramkönyaláb
2				> 12	Speciális rendeltetésű vezetékes vagy mikrohullámú nyaláb, ha az az egyetlen útvonal



2. ábra

tók össze egymással, ha a talált hibák száma legalább 3, vagy számszerűen azonos.

- A *korai meghibásodások* időszakának nevezzük az üzembehelyezési mérések befejezésétől számított félét.
- *Hasznos élettartamnak* nevezzük az üzembehelyezési mérések befejezésétől számított első év végétől az *állandó kiesési gyakoriságú* szakasz végéig tartó időszakot.
- Az *öregedési meghibásodások* időszakát attól az évtől kell számítani, amikor másodszor nagyobb az éves kiesési gyakoriság értéke az *állandó kiesési gyakoriság kétszeresénél*.
- A hasznos élettartam előtti félét és az utána következő mintegy két évet *átmeneti időszaknak* nevezzük, mivel ekkor még, ill. már nem állandó az éves kiesési gyakoriság, de a

változás mértéke még nem jellegzetes. Ezekben az időszakokban nem várható a HMT-ben előírt berendezés megbízhatóság előírás teljesítése.

A közhasználatú távközlésben alkalmazott berendezések és anyagok hasznos élettartam általában 10-20 év. Kivételt képeznek ez alól a mozgó mechanikai alkatrészeket tartalmazó kisebb egységek (távbeszélő készülékek), a kvarc kristályok (amelyek öregedése maradandó frekvencia csökkenést okoz), valamint a rongálásnak kitett hálózat elemek (nyilvános távbeszélő készülékek, helyi és helyközi kábelek), valamint a mechanikai sérülések következtében beázásra érzékeny kábelek.

2.2.3 A használhatóság, megbízhatóság és kiesési összefüggése

Ha ismert az elem kiesési gyakorisága (p) és a hibánkénti átlagos kiesési idő (L_0), akkor a következőképpen számítható az elem kiesési ideje (L).

$$L = p \cdot L_0 \quad [2.5]$$

$$A (\%) = 100 - \frac{p \cdot L_0}{87,6} \quad [2.6]$$

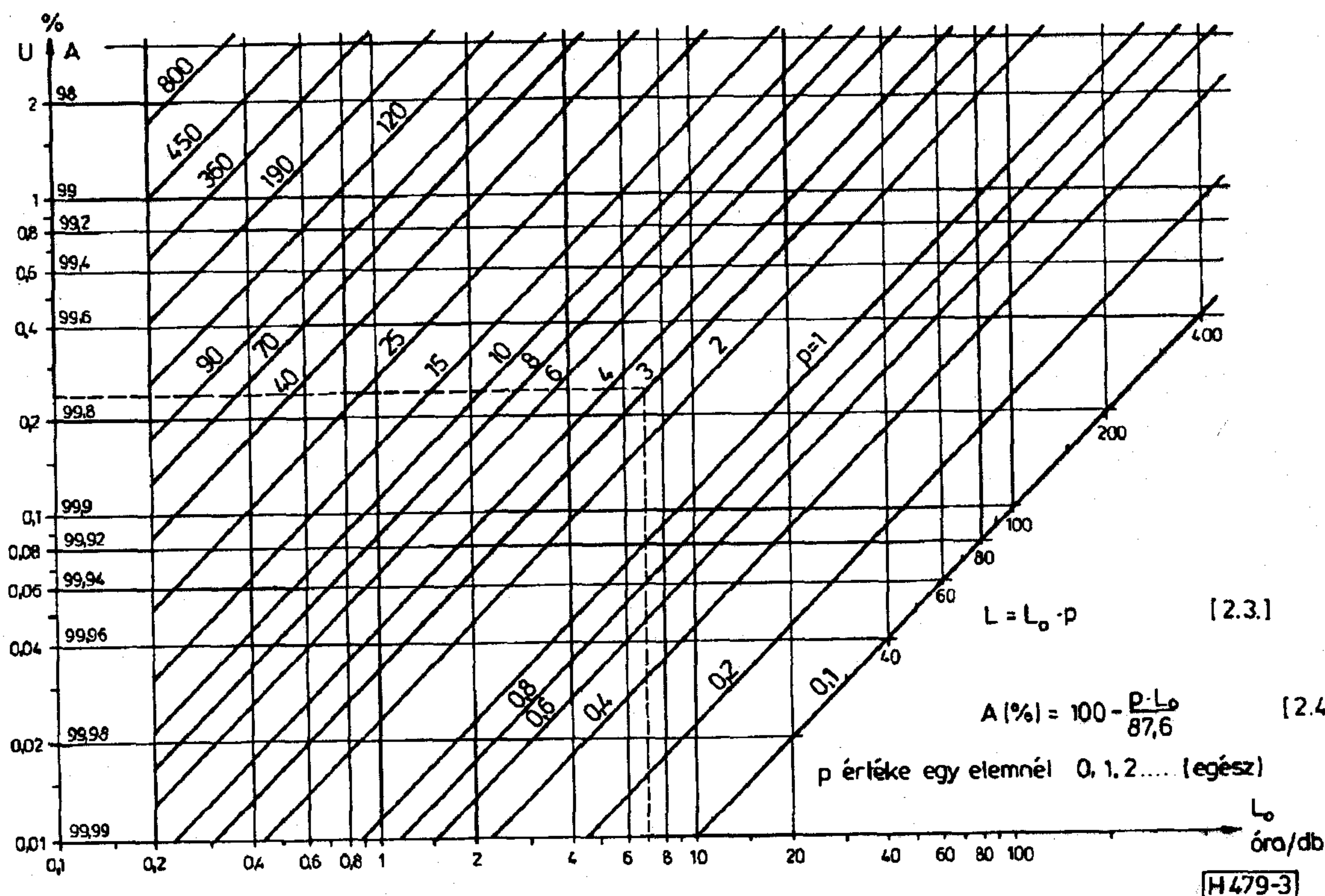
Ennek felhasználásával a használhatóság:

Ahol p a kiesési gyakoriság [db/db év]

L_0 a hibánkénti átlagos kiesési idő [óra],

87,6 az év óráinak 1 %-a.

Egy elem éves halmozott kiesési idejének meghatározásánál p értéke egész szám lehet vagy 0. (Vagy van hiba, vagy nincs.) Az elem használhatóságát a hibánkénti átlagos kiesési idő és az



3. ábra

éves előfordulása alapján a 3. ábra nomogramja segítségével is meghatározhatjuk. A vízszintes tengelyre a hibánkénti kiesési idő, a függőlegesre pedig a használhatóság, ill. használhatatlanság van felmelve. Az egyeneseken a feltüntetett paraméter pedig az évenkénti hibák száma. Így adott esetben kikeresve a vízszintes tengelyen a hibánkénti kiesési időt, függőlegest bocsátunk le onnan, amely metszi azt az egyenest, amelynek paramétere megegyezik a hibák számával. A metszéspontot vízszintesen kivetítve, a függőleges tengelyről leolvasható a használhatóság mértéke.

Sok elem átlagos használhatósága ugyanezzel a formulával és nomogrammal határozható meg, de ilyenkor p értéke nemcsak nulla vagy egész szám lehet. Ha $p < 1$ vagy $p \ll 1$, akkor az adott elemtípus egy (vagy nagy) része az év során hibátlan. Ezeket az $1-p$ jellemzi, amely megadja hibátlanok arányát. A hibásakat két adat jellemzi: a kiesésük (hibánkénti) átlagos időtartama és -gyakorisága (p).

A 2.6 képletből látható, hogy a használhatóság függ a kiesés gyakoriságától (a megbízhatóságtól) és a hibánkénti kiesési időtől. A hibánkénti kiesési időt a fenntartó személyzet képzettsége, gyakorlottsága, munkabeosztása, tartalék készlettel ellátottsága, valamint a berendezés fenntarthatósága és fenntartást támogató képessége (amellyel a tervezés során látták el) határozza meg.

Ezért a fenntartók képzettségét és a szervezésük módját a használhatóságra való tekintettel magas szinten kell tartani. Ha u.l. megbízható a berendezés, akkor ritkán fordul elő hiba (p kicsi), ezért a fenntartó nem rendelkezik kellő gyakorlattal és a kiesési idő hosszabb lesz.

2.3 A használhatóság és megbízhatóság mértékének értelmezése

A HMT alkalmazásához (és a cikk III. részének megértéséhez) szükség van a CCITT E.801 ajánlásában nem szereplő néhány fogalom meghatározására és értelmezési módjának megadására, erre vonatkoznak az alábbi szöveg javaslatok, melyek a további egyeztetések alapjául szolgálhatnak.

Rendkívüli esemény

Rendkívüli eseménynek nevezzük a súlyos (sürgős) hibát, ha időtartama és hatásszélessége meghatározott értéket meghalad és ennek következtében az előfizetők népes csoportja részére a meglévő szolgáltatás részben, vagy teljesen hasznosíthatatlanná válik. (l. az 1. táblázatot). A rendkívüli esemény jellemzésére a hálózatelem megfigyelt használhatatlansága szolgál.

Megjegyzés: Súlyos (sürgős) hiba a postal gyakorlatban az E.801 ajánlás szerinti "nagyobb hiba" fogalomnak elterjedt megnevezése, amelyet kábel, központ stb. berendezésekre lehet értelmezni.

Hatásszélesség (h)

Az az egynél nem nagyobb viszonyszám, amely megmutatja, hogy az adott elem meghibásodása a kiszolgált állomások, áramkörök, stb. hányad részét érinti. Értéke 1, ha minden előfizetőt, áramkört stb. érint.

Hatásmélység (q)

Az az egynél nem nagyobb viszonyszám, amely megadja, hogy az elem kiesése által érintett berendezés a szolgáltatás működését milyen arányban csökkentti. Értéke 1, ha az adott területen teljes a szolgáltatás kiesése és 0, ha a szolgáltatás kiesést egyáltalán nem okoz. (Értékét százalékban is meg lehet adni.) Ha pl. valamelyik erősítőállomáson két főcsoport-áttevő keret van üzemben, keretenként 3 db 900 csatornás nyáláb előállítására és a két keret azonos viszonylatú, de eltérő nyomvonalú vonalrendszerek végberendezésének része, akkor 1 darab 900-csatornás modulátor egység súlyos hibájának hatásszélessége és hatásmélysége a következő:

– az egyik 2700-csatornás vonalrendszer egyik hiper csoportjának (ez 900 csatornát tesz más frekvenciasávba) a

$$\text{hatásszélessége: } h = \frac{900}{2700} = 0,33$$

– két város közötti távközlésre vonatkozóan a hiba hatásmélysége pedig

$$q = \frac{900}{2 \times 2700} = 0,165$$

Ha azonban a szóbanforgó várossal csak egy vonalrendszer köti össze ezt az erősítőállomást, akkor a hatásszélesség és hatásmélység számértéke egyaránt, 0,33.

Elem kiesése

Kiesés az az esemény, amelyet riasztás vagy előfizetői panasz jelez, ill. fenntartási tevékenység során észlelnek, ami az elemek rendeltetésszerű működését, hasznosítását nem teszi lehetővé.

Kritikus időtartama a szolgáltatástól függően néhány másodpercnél, ill. percnél hosszabb időtartamú, egyes előfizetőkre vonatkozóan pedig 1 óra.

Oka lehet az elem súlyos hibája, fenntartási tevékenység vagy valamely külső feltétel hiánya. Redundáns elem kiesése akkor áll elő, amikor az azonos feladatot ellátó elemek egyidejűleg vannak kiesés állapotában.

Betét, keret vagy szekrény kiesése

Akkor áll elő, ha a betét, keret vagy szekrény valamely sorba kapcsolódó eleme kiesés állapotában van.

Ha a kieső elem redundáns, akkor a betét, keret vagy szekrény kiesését csak azonos rendelteté-

sű, redundáns elemek egyidejű kiesési állapota okozhatja.

Létesítmény kiesése

Akkor következik be, valamely közös elem, betét, keret vagy szekrény kiesése következtében az azonos rendeltetésű elemek legalább 90 %-a kiesés állapotába kerül.

Halmazott kiesési idő

Tartalmazza a hibaelhárítás-, a megelőző karbantartás-, a külső okból (áramellátás stb.) működésképtelen időnek a megfigyelés időtartamára vonatkozó összegét.

Egy elem megfigyelt átlag használhatósága

A pillanatnyi használhatóság értékek átlaga, amely a megfigyelés során az észlelt üzemképes idő és a megfigyelés időtartamának százalékaránya.

Elemek átlagos használhatósága

Azonos hálózatelemek megfigyelt éves átlag használhatóság értékeinek átlaga, amely a sokaság többségének jellemzője. Meghatározása a következő:

$$A(\%) = 100 \cdot \left(1 - \frac{U_1 \cdot n_1 + \dots + U_i \cdot n_i}{n_1 + \dots + n_i}\right) \quad [2.5]$$

Ahol n_i az U_i használhatatlanságú azonos elemek száma (db)

Szolgáltatás használhatósága

Annak az éves átlagos valószínűsége, hogy a szolgáltatás felhasználóját működési hiba nem akadályozza meg a szolgáltatás elérésében és kívánt ideig való felhasználásában.

(A központra, ill. szolgáltatásra vonatkozó használhatóság mérési lehetősége további kutatómunkát igényel.)

Megfigyelt éves kiesési gyakoriság (p)

Azonos típusú elemek sokaságában egy év során észlelt üzemkiesést okozó esetek számának (n) az üzemelők számára (N) vonatkoztatott aránya.

$$p(\text{db/db} \cdot \text{év}) = \frac{n}{t \cdot N}$$

Ahol n a t év alatt hibásnak talált egységek száma,

N a t év során üzemben lévő egységek száma,

t az értékelés időtartama, év

Több üzem, több éves adatai alapján is meg lehet határozni, olyan elemeknél, amelyekből üzemenként kevés példány van, a következőképpen:

$$p(\text{db/db} \cdot \text{év}) = \frac{n_1 + n_2 + \dots + n_i}{t_1 \cdot N_1 + t_2 \cdot N_2 + \dots + t_i \cdot N_i}$$

Ahol n_i az i -edik üzemben t év során megjavított vagy lecserélt vagy helyreállításra elszállított elemek száma,

N_i az i -edik üzemben t_i év során üzemelő elemek darab száma.

Ugyanez a képlet alkalmas egyetlen üzem több éves adatai alapján az átlagos kiesési gyakoriságának meghatározására is.

Berendezés megfigyelt kiesési gyakorisága

Több feladatot ellátó, több egységből felépített (beépített redundanciát tartalmazó) betét, vagy keret megbízhatóságának mértéke az éves kiesési gyakoriság, amelynek meghatározásánál a redundancia hatását is figyelembe kell venni.

$$P = p_1 \cdot q_1 + p_2 \cdot q_2 + \dots + p_k \cdot q_k$$

Ahol p_1 a betét, vagy keret egyik egység típusának megfigyelt kiesési gyakorisága,

q_1 ennek az egység típusnak a redundancia miatt fenálló hatásmélysége,

p_k a betét, vagy keret k -ik egységtípusának megfigyelt kiesési gyakorisága,

q_k pedig ennek az egység típusnak a redundancia miatt fenálló hatásmélysége

Létesítmény éves kiesési gyakorisága (p)

Számos különféle rendeltetésű keretből vagy szekrényből álló (redundanciát is tartalmazó) együttes megbízhatóságának jellemzője a létesítmény megfigyelt éves kiesési gyakorisága, amely a berendezések kiesési gyakorisága mellett az azonos rendeltetésű, független berendezések számától és a 90 %-os hatásszélességű események gyakoriságától is függ.

Szolgáltatás megbízhatósága

Annak az éves, átlagos valószínűsége, hogy a szolgáltatás felhasználójának igénybevételi kísérletét működési hiba miatt nem kell abbahagynia. Ez figyelembe veszi mind a szolgáltatás elérése, mind a felhasználása során előálló működési hibákat.

Szolgáltatás kiesési gyakorisága

Annak az éves, átlagos gyakorisága, hogy a szolgáltatás felhasználójának igénybevételi kísérletét működési hiba miatt kell megismételni. Ez tartalmazza mind a szolgáltatás elérése, mind a felhasználása során előálló működési hibákat.

Sokszolgáltatású interaktív KTV kísérleti hálózat a PKI-ban

A Kábeltelevíziós Munkabizottság 1988. évi utolsó összejevételén a Munkabizottság vezetője beszámolt a Posta Kísérleti Intézetben kidolgozott Konceptióterv alapján 1988 év folyamán felépítésre és üzembeállításra került egészen újszerű, kísérleti kábeles TV hálózatról. Ez jelenleg Magyarország (és Kelet-Európa) első valódi, sok szolgáltatású, integrált kábeles TV rendszere. A felhasznált építőelemek jó része hazai, de az intelligens, távvezérelhető, ministar csillagpont az angol CABLETIME cég gyártmánya (SSP 16+16 típus). A Híradástechnikai Szövetkezet professzionális fő állomása mellé megvásárolt SSP alaplépítés is biztosítja a műsorcsatornához történő szelektív előfizetői hozzáférést (többek között pay-TV-t is) és néhány kétirányú adatátviteli alternatívát is.

A kábeltelevíziós rendszernek ez a legkorszerűbb, interaktív változata az elsődleges feladat, a műorszétoztás területén is sok újat mutat, kiegészítő (különböző szintű adatátviteli) szolgáltatással pedig lépcsőzetesen bővíthetők. Az u.n. fizetős (pay) TV előfizető-specifikus műorszámilázást tud biztosítani. Az itt használatos műszaki megoldás alapelve a szelektív csatorna-kapcsolás, mely számítógépes vezérlésre épül és az intelligens csillagpontban egy előfizetői modult, az előfizetőnél pedig egy kis adaptert igényel. Ez egyidejűleg modem és adat- interfész is a kiegészítő szolgáltatások felé. A rendszer feltétlenül minisztár ház-hálózatot igényel, ami ugyan kissé nagyobb kábelhosszokat von maga után, viszont teljes mértékben kizárja az előfizetők egymás közti zavarását és az illetéktelen műsor- hozzáférést.

Az említett főállomás és intelligens csillagpont köré épült fel a rendszer, összehasonlíthatóság kedvéért egymás mellett, egyszerre minisztár és felfűzéses (fa-ág) topológiával, interaktív jelátvitellel, alap- és kiegészítő szolgáltatásokkal. A csillagpont műsorjel átviteli kapacitása 34 TV csatorna amelyből, a főállomás ma 12-t tölt ki. Ezek műsortartalma jó részben műholdas és földfelszíni programok, de lehetnek köztük helyi műsorok is (konferenciák és bemutatók céljára).

Kiegészítő szolgáltatásként (jelenleg) pay-TV-t, pay-per-view-t, szülői ellenőrzésű (gyermek-korlátozott) műsorcsatornákat, szavazat-gyűjtést, ill. 20 karakteres visszirányú adatátvitelt biztosít a rendszer pl. tele-shopping célokra. A közepes sebességű (1800 baud) adatátvitel lehetősége is adott, és egyszerű periféria- elemekkel különböző riasztójelzések is eljuttathatók minden "előfizetői" a diszpécser központba. (Még nincs felhasználva).

Minden speciális szolgáltatást egy a csillagpontba beépített egykártyás mikroszámítógép vezérel és tart nyilván. Rendszer-

installálást, felügyeletet ill. üzemviteli funkciót viszont egy főállomási IBM-AT biztosít.

A fentebb felsorolt speciális kiegészítő szolgáltatások (funkcionális okokból) jelenleg csak az intézet vezetői számára hozzáférhetők (8 előfizető) a CABLETIME gyártmányú, SSP 16+16 típusú intelligens csillagponton, a minisztár rendszerű szétoztó hálózaton és egy speciális TV-adapteren keresztül.

A kapcsolatlan-csillag és a klasszikus felfűzéses topológiájú hálózatrész (összehasonlításképpen) további 8 "nem-exklusív" előfizető számára is biztosítja az alap- szolgáltatást, azaz 5 db VHF-sávú TV műsort.

A szétoztó hálózat jó minőségű (NDK gytm. 75-5-CY tip.) kiváló árnyékolású és kis csillapítású koaxiális kábelrel, valamint HT gyártmányú, iránycsatolós leágazókkal ill. jelszétoztókkal, valamint árnyékoló fal-csatlakozókkal van felszerelve.

A hálózat esetleges későbbi bővítésének akadálya nincs. A meglévő SSP egység még további 8 kapcsolt előfizetőt tudna ellátni (újabb kártyák és adapterek alkalmazása esetén), a kapcsolatlan szolgáltatást igénybevevők száma pedig szinte korlátlanul növelhető.

A rendszer továbbfejlesztése a szélessávú ISDN irányába elsősorban az import-lehetőségek függvénye, mivel a telematikai szolgáltatások megvalósításához hazai gyártású elemek nem léteznek. Nem látszik viszont akadálya a KTV rendszer egy fényvezetős szakasszal történő bővítésének, ezért ez 1989. évre közvetlen célkitűzéssé válhat.

A jelenleg 8 kapcsolt és 8 kapcsolatlan "előfizetőt" ellátó rendszer a PKI-ban lehetővé teszi nemcsak a legkorszerűbb KTV rendszertechnikai kutatásokat, hanem egyúttal demonstrációs lehetőséget is biztosít a Magyar Posta szolgáltatásbővítési terveinek kidolgozásához, valamint a hazai ipar és kereskedelem termék-struktúrájának korszerűsítési tervéhez. A CABLETIME céggel folytatott előzetes tárgyalások alapján elképzelhető az SSP- rendszer egyes elemeinek hazai kooperációban történő gyártása, várják tehát az érdeklődők jelentkezését!

Az összefoglaló és az értékelés meálapította, hogy az országban egymás után megalakuló KTV-t üzemeltető Kft-k üzletpolitikájába jól beilleszthető, valamint távközléspolitikai szempontból (a B-ISDN koncepcióval való összeférése, valamint a kiegészítő szolgáltatások egyszerűbb megvalósíthatósága miatt) is perspektivikus intelligens csillagponti kapcsolórendszer hazai bevezetése sok helyen célszerű.

Stefler Sándor

Digitális beszédfeldolgozás - elvek és alkalmazások

A HTE NSZK-beli partnerszervezete, a VDE /Verein Deutscher Elektroniker/ október 26-28. között rendezte meg az immár hagyományos beszéd feldolgozási konferenciáját a fenti címen Bad Nauheimben. Egyesületünk kiküldetésében, a BME HEI támogatásával Koutny Iлона, Lugosi Gábor és dr. Németh Géza vett részt, az utóbbi kettő poszterelőadással.

A több mint 100 résztvevőt /köztük néhány külföldit is/ számoló rendezvény 7 fő téma köré csoportosult: beszédkódolás, beszédfelismerés és - szintézis, beszédjavítás, testifogyatékosokat segítő beszédfeldolgozó eszközök, hallásjavítás és beszédminősítés. Három meghívott amerikai előadó mutatta be az új ku-

tatási irányokat: B.S. Atal /AT&T Bell Laboratories/ a beszédkódolás új irányairól tartott érdekes összefoglaló előadást, R. Schwartz /Bolt & Beranek & Neumann/ a beszédfelismerés sztochasztikus modelljeit ismertette, A. Waibel pedig a beszédfelismerésben egy alapjában új megközelítésről, a neuronhálózatokról számolt be. Az előadások anyaga szép kiállítású kötetben jelent meg.

A konferenciához poszterkiállítás csatlakozott; élő bemutatón viszont csak a BME beszéd szintetizáló /magyar, eszperantó és kísérleti német/ rendszere szerepelt.



BERUHÁZÁS HELYETT – KÖLCSÖNÖZZÖN MŰSZERT!

DEVIZA NÉLKÜL is hozzájuthat a legkorszerűbb precíziós műszerekhez!

MEGTÉRÜL A KÖLCSÖNDÍJ, mert:

A megfelelő időszakban rendelkezésre álló, MÉRÉSAUTOMATIZÁLÁSRA is alkalmas korszerű műszerek használatával időt, munkaerőt, adót, amortizációs költségeket, javítási-karbantartási költséget takarít meg.

NE FELEDJE: egy műszer haszna a mérésekből – nem pedig a tulajdonjogból ered!
NE SZAPORÍTSA KIHASZNÁLATLAN ESZKÖZEIT!

ÓRIÁSI VÁLASZTÉK: oszcilloszkópok, multiméterek, jelgenerátorok, analízátorok, mérésadatgyűjtők, regisztrálók, analitikai-környezetvédelmi műszerek, rendszervezérlok, stb., stb.
ÁLL AZ ÖN RENDELKEZÉSÉRE!

FOGYÓANYAG, TARTOZÉK pótlás, - ugyancsak forintért!

LIZING LEHETŐSÉG: egyes műszer, vagy számítógép típusokra!

SZAKTANÁCSADÁS · HAZHOZZSZÁLLÍTÁS · BEMUTATÁS!

KÉRJE INGYENES KÖLCSÖNMŰSZER-KATALÓGUSUNKAT!

FELVILAGOSÍTÁS, FŐJEGYZÉS, ÜGYINTÉZÉS: 810-903 vagy 66-23-66 176 telefonon.
MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY
Budapest XI. Szakasits A. út 59-61. I. em. 107. szoba.
H-1502 Budapest Pf. 58



Научный анализ состояния в области электросвязи '88

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт)
1989. No. 4-5.

Специальный выпуск журнала дает обзор на уровне 1988-ого года о передовых международных достижениях в области электросвязи, о перспективных направлениях развития и о наиболее важных задачах по научным исследованиям в области электросвязи в Венгрии.

Анализ состояния составлен с учетом следующих основных разделов: основательные науки (теория информации, обработка сигналов, теория трафика, теория цепей, аппаратная и программная технология), радиовещание, техника передачи (по металлическим и оптическим проводникам, по радиорелейным и спутниковым трассам), техника коммутации, подвижные радиослужбы, цифровизация телефонных сетей, телематика и передача данных, цифровые сети с интегрированными услугами.

По анализу состояния вычерчивается международная тенденция к интегрированному осуществлению все более разнообразных услуг с использованием интеллектуальных цифровых сетей.

Цайнер, А.:

Целесообразные размеры применяемости и надежности
Часть II.

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт)
1989. No. 4-5.

Часть II. данной серии статей, состоящих из 3-х частей, занимается выбором целесообразных размеров и определением их понятий и цифровых значений, необходимых для их толкования.

Рассматривает продолжительность наблюдения применяемости, и определение выпадения, серьезных неисправностей, чрезвычайных событий, а также дает характеристику участков временной диаграммы частоты выпадения т. е. соотношения времени применяемости, надежности и выпадения.

В заключении обобщает толкование размеров применяемости и надежности (различных определений), которые в большинстве случаев не фигурируют в международных рекомендациях.

Wissenschaftliche Lage in Bereich Fernmeldewesen '88

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1989. Nr. 4-5.

Diese Sonderausgabe der Zeitschrift gibt einen Überblick über die fortschreitenden internationalen Ergebnissen im Bereich Fernmeldewesen, über die langfristigen Entwicklungsaufgaben, sowie über die wichtigsten Forschungsaufgaben im Gebiet Fernmeldewesen in Ungarn, für das Jahr 1988. Die grundsätzlichen Hauptstücke dieser Lagebetrachtung sind die folgenden: Grundwissenschaften (Informationstheorie, Signalverarbeitung, Verkehrstheorie, Stromkreistheorie, Hardware- und Software-Technologie), Rundfunk, Übertragungstechnik (metallische und optische Leiter, Mikrowellen- und Satelliten-Übertragung), Kommunikationstechnik, bewegliche Funkdienste, Digitalisierung des Fernsprechnetzes, Telematik und Datenübertragung, dienstintegrierte digitalisierte Netze. Auf Grund Lagebetrachtung lässt sich ein internationales Trend integrierter Verwirklichung der sich diversifizierenden Dienstleistungen auf intelligenten, digitalisierten Netzen herauszeichnen.

Czeiner, A.

Die zweckmassigen Dimensionen der Verfügbarkeit und der Zuverlässigkeit. II.

HÍRADÁSTECHNIKA /Budapest/ 1989. Nr. 4-5.

Der zweite Teil der aus 3 Teilen bestehenden Artikelserie beschäftigt sich mit der Auswahl der zweckmassigen Dimensionen und mit den Definitionen und Zahlenwerten der Begriffe, welche zu deren Deutung notwendig sind. Dieser Artikelteil erörtert die Zeitdauer der Beobachtung für die Verfügbarkeit, die Feststellung des Ausfalls, des schweren Fehlers des ausserordentlichen Ereignisses, sowie die Charakterisierung der Abschnitte des Ausfall-Zeitdiagramme, bzw. den Zusammenhang zwischen der Zuverlässigkeit, Verwendbarkeit und Ausfallzeit.

Zuletzt wird die Deutung/verschiedene Definitionen/ der Dimensionen der Verwendbarkeit und Zuverlässigkeit zusammengefasst, deren grösster Teil in den internationalen Empfehlungen nicht bezeichnet ist.

State of Telecommunications Science '88

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1989. No. 4-5.

The special issue of journal overviews the world wide status of the telecommunication in 1988, including the leading international research results and objectives, and the most important research tasks in Hungary. The main chapters are: basic sciences (information theory, signal processing, traffic and circuit theory, hardware and software technology), programme and data broadcasting, transmission technique (metal cable, fibre optic, terrestrial and space communications), switching technique, mobil communication, digitalization of telephone networks, telematics and data communication, integrated services digital networks. The integrated implementation of the diversified services on intelligent, digital networks is underlined as major international trend.

Czeiner A.:

Practical Quantities of Availability and Reliability. Part II.

Híradástechnika (Budapest) 1989. No. 4-5.

Part II of the three-part series of articles deals with the selection of the partial quantities as well as the definitions and figures of the notions necessary for their interpretation. It analyses the observation time interval of the extraordinary event as well as the characterization of the availability and down time. Finally the interpretation of the quantities, the major part of which is not included in international recommendations.

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tótfalvi Gyula. Szerkesztőségünk címe: Budapest V. Kossuth Lajos tér 6 - 8. 1055. Telefon: 531 - 027. Kiadja a DELTA Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató leányvállalat. Budapest, Közraktár u. 4., 1093. Telefon: 175 - 200. Felelős kiadó: Budai Ferenc főigazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál (HELIR, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215 - 96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 180,-Ft, egész évre 360,-Ft. Egyes számára 30,-Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: a "KULTÚRA" Külkereskedelmi Vállalat, H - 1389 Budapest, postafiók 149. és a Magyar Média, 1392 Budapest, Pf. 279.86 - 253.

Szerkesztő: "AT" GYMK

JFKR 380/89

HU ISSN 0018 — 2028

Index: 25 375

Ara: 30 Ft