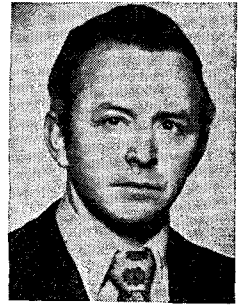


Távbeszélő hálózatok jellegzetes tulajdonságai

DR. BUZÁS OTTÓ

Magyar Posta Központja



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk az országok távbeszélő hálózatát a bonyolult nagy rendszerek közé sorolja. Tárgyalja a hálózatok felépítését és forgalmát. Részletezi a forgalmilag túlterhelt hálózatok túlterhelésének okait és a túlterhelések megszüntetéséhez szükséges intézkedéseket. Kitér még a hálózat és a szolgáltatás minőségmutatóira és összefoglalja a hálózatok jellegzetes tulajdonságait.

A világ távbeszélő hálózata, jelenleg több mint 550 millió készülékkel, a világ legnagyobb automatája. Ezen belül egy ország távbeszélő hálózata felfogható, mint egy területileg nagy kiterjedésű és szerteágazó automatikus nagyüzem, amelynek termékei a hívók és hívottak között létrejött beszélgetések [1]. A termékek előállítását, a beszélgetéseket, előfizetők és nem a hálózat tulajdonságait jól ismerő szakemberek kezdeményezik. A hálózat azonban csak akkor üzemel jó hatásfokkal, ha helyes forgalmi méretezés és színvonalas karbantartás mellett a felhasználókat a „gép” működésére és működtetésére megtanítják. A hálózat megfelelő hatásfokú működtetése csak az ember-gép tökéletes együttműködésével valósítható meg.

1. Távbeszélő hálózatok felépítése

A világméretű hálózat hierarchikus felépítésű rész-hálózatokból tevődik össze. A hierarchikus hálózat fa (csillag) alakú, amelyet háló alakúvá a haránt összeköttetések tesznek. A haránt összeköttetések alkalmazásának célja az átviteli utak rövidítése és a felső hálózati síkok forgalmi túlterhelés elleni védelme.

Ma már úgy látszik, hogy a hierarchia a tárolt program vezérlésű központok széles körű elterjedésével meg fog szűnni, illetőleg a nemzetközi hálózat síkján pl. Európában nem is alakult ki.

A hálózat csomópontjai a központok, amelyek a forgalom forrásai és nyelői, a forgalom tárgya az információ pedig a háló ágain, az átviteli utakon áramlik. A hálózatban a forgalom eredeti forrásai és nyelői az előfizetői készülékek. Az előfizetők forgalma adja a helyi központok forgalmát, a helyi központok forgalmának egy része pedig a tranzit központok forgalmát.

A távbeszélő hálózat tehát:

- előfizetői készülékekből,
- előfizetői vonalokból,
- helyi központokból,
- tranzit központokból és a
- központokat összekötő áramkörökből

tevődik össze.

Beérkezett: 1986. 1. 20. (□)

DR. BUZÁS OTTÓ

Villamosmérnöki oklevelét a BME Híradástechnikai Szakán szerezte 1969-ben. Azóta a Budapesti Távbeszélő Igazgatóságon, majd 1977-től a Magyar Posta Központjában távbeszélő központok és háló-

zatok üzemeltetésével, fejlesztésével és mérésével foglalkozik. E témakörben több cikk szerzője és e tárgykörből készítette 1983-ban doktori disszertációját. Emellett a telefonálás emberi tényezőivel és üzemeltetés fejlesztéssel is foglalkozik.

1.1 A hálózat építőelemei és a hálózat bonyolultsága közötti összefüggés

A hálózatban a központok számának és helyének meghatározása elsősorban gazdasági kérdés, de függ az alkalmazható és rendelkezésre álló technikától is. A gazdasági számításnál nemcsak a beruházás, hanem az üzemeltetés költségeit is figyelembe kell venni.

Bonyolult a hálózat ha valamennyi építőeleméből (előfizetői készülékek, előfizetői és trónkábelek, átviteltechnikai berendezések és központok) egyidejűleg több generáció üzemel. Egyes országok hálózatában például a központoknak négy generációja: manuális, elektromechanikus, tárolt program vezérlésű analóg és tárolt program vezérlésű digitális üzemel. Mivel a hálózat egybefüggő, ezért valamennyi építőelemnek együtt kell működnie.

A több generációs, és ezért több rendszerből is álló, továbbá több jelzésrendszert tartalmazó sokközpontos hálózatokban az üzemeltetők igen sok munkával fedik fel a hibákat, sőt a hibák (egyszerű, rendszer és együttműködési hibák) egy része feltáratlan is marad. Az ilyen hálózat viszonylag magas hiba-aránnyal, viszonylag alacsony hatékonysági aránnyal és hatásfokkal üzemel.* Mindezekből következően a szolgáltatás színvonala és a bevétel alacsonyabb, mint az azonos előfizetőkkel rendelkező, de kevesebb generációjú elemekből felépített hálózatnál.

*
$$\text{hiba-arány} = \frac{\text{sikertelen vizsgáló hívások}}{\text{összes vizsgáló hívások}} \times 100 [\%]$$

rate of failure of test calls (CCITT Rec. E. 424)

$$\text{hatékonysági-arány} = \frac{\text{sikeres hívások}}{\text{összes hívás}} \times 100 [\%]$$

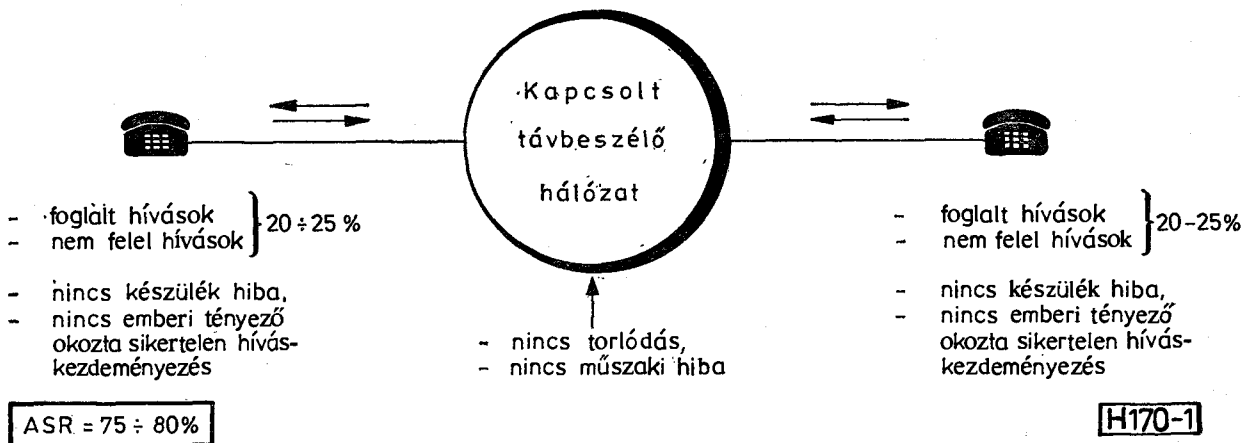
Answer Seizure Ratio =

$$\frac{\text{Seizures Resulting in Answer Signal}}{\text{Total Seizures}} \times 100 [\%]$$

$$\text{hatásfok} = \frac{\text{beszélgetések tartásideje}}{\text{összes tartásidő}} \times 100 [\%]$$

$$\text{Circuit efficiency} = \frac{\text{Charged time}}{\text{Total holding time}} \times 100 [\%]; [2]$$

Gazdaságossági és üzemeltetési szempontból egyaránt szükséges követelmény a karbantarthatóság és a



1. ábra. Ideális távbeszélő hálózat meddő forgalmának oka a foglalt és nem felel hívások

megbízhatóság. A felhasználói szempontból szükséges egyszerűség szintén kitérünk.

A hierarchikus hálózatban az azonos feladatú központok egy síkon helyezkednek el.

1.2. A hálózat struktúrája és forgalma közötti kapcsolat

2. Távbeszélő hálózat forgalma

Egy ország hálózatát közigazgatási egységek szerint alakítják ki, mivel a forgalom jelentős része azonos közigazgatási körzetben végződik. Automatizált góckörzetek mérései szerint a góckörzeten belül bonyolódik le a kezdeményezett forgalom kb. 60%-a és a körzeten kívülre irányul a kezdeményezett forgalom kb. 40%-a. Nagyvárosok vonzáskörzetében az arány fordított is lehet.

A távbeszélő hálózatot az előfizetők által kezdeményezett forgalom lebonyolítására tervezik. Az előfizetők hívásai mellett a hálózat ellenőrzését szolgáló vizsgáló hívások forgalma is jelen van, ez azonban az előfizetők által kezdeményezett forgalomhoz képest elenyésző.

Nagyvárosok kezdeményezett forgalmának több mint 60%-a a nagyvároson belül marad.

A távbeszélő hálózatra jellemző, hogy a beszélgetésben végződő és ezért sikeresnek minősített hívások forgalma mellett jelentős számú sikertelen vagy más néven meddő hívás forgalma is terheli. A hálózatot tehát hasznos forgalom és meddő forgalom terheli. Sikeres hívások adják az üzemeltető bevételeit.

A fentiekben említett arányok az országok automatizáltsági fokától is függenek.

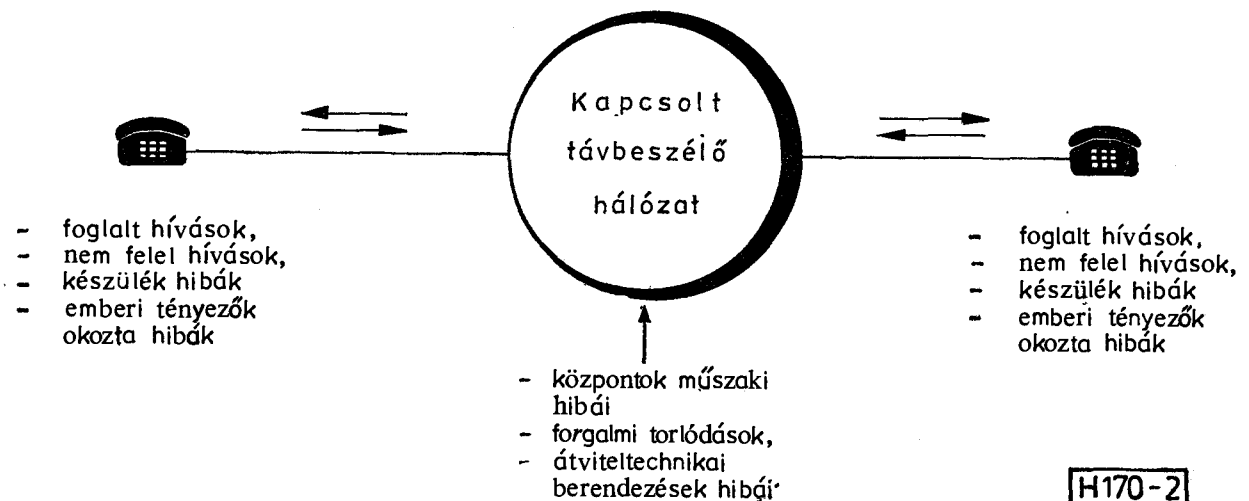
Az országos hálózat részhálózatai lehetnek:

- csillagrendszerűek,
- szövevényesek és
- vegyesek.

2.1. Ideális hálózat forgalma

A teljes országos hálózat nagy többségben vegyes rendszerű és hálós alakú.

A hagyományos — tehát belső forgalmi veszteséggel rendelkező — központok méretezésének mérnöki gondolata abból a tényből ered, hogy műszaki hiba, for



2. ábra. Valós távbeszélő hálózat meddő forgalmának okai

galmi torlódás és felhasználói hiba nélküli, tehát ideális hálózatban is a hívások 20—25%-a sikertelen, mert a hívott foglalt vagy nem felel. Ezt az objektíve adott értéket az egyes központok 1—2%-os tervezett vesztesége lényegesen nem befolyásolja és az így tervezett központok relatíve gazdaságosak.

Az ideális hálózat 75—80%-os hatékonysági-arányból adódik minden bizonnyal a CCITT azon minősítése, amely szerint a 60%-nál nagyobb hatékonysági aránnyal (ASR) rendelkező központot vagy hálózatot kiválóan minősíti.

2.2. Valós hálózat forgalma

A valós hálózatra az jellemző, hogy a foglalt és nem felel hívásokból eredő ismételt hívások mellett megjelennek az egyéb okokból eredő ismételt hívások is. A valós hálózatok ismételt hívásai az alábbi főbb csoportokból erednek:

- a hívott foglalt,
- a hívott nem felel,
- előfizetői készülékek és vonalak hibái,
- emberi tényezőkből eredő sikertelen hívások,
- központok műszaki hibái,
- forgalmi torlódások,
- átviteltechnikai berendezések hibái.

Valós távbeszélő hálózatok sikertelen hívásai tehát hét főbb csoportba (1. 2. ábra) oszthatók.

Hagyományos központokban — a forgalomnak megfelelő előfizetői vonalak esetében — a foglalt és nem felelt hívások csökkentésének csak viszonylag kis százaléka lehetséges. A csökkentés az előfizetői vonalakhoz kapcsolt üzenetrögzítő és hívásátírányító készülékekkel lehetséges. Ezen készülékek száma az összes előfizetőhöz képest nem jelentős. Tárolt program vezérlésű központokba a hívásátírányítás és üzenetrögzítés tudományát eleve beépítik. Részben ezért is értelmet nyer a belső torlódás nélküli helyi központ tervezés, illetőleg méretezés.

3. Forgalmilag túlterhelt hálózatok

A távbeszélő központok és a távbeszélő hálózat, ha a tervezettnél megfelelő forgalommal terhelik, zökkenőmentesen lebonnyolítja azt. Ehhez az szükséges, hogy a tervezéskor az üzemelő hálózat megfelelő részének mért adataiból induljanak ki.

A helyesen méretezett központ kezdetben jelentős forgalmi tartalékkal rendelkezik, ha a bővítés vagy új központ építés a nagyforgalmú és ezért gyakran foglalt vonalak bővítésével jár. Bővítés után ugyanis csökkennie kell a korábbi foglaltságból adódó ismételt hívások számának. Természetesen ez a forgalmi tartalék nem túlzás, mert az évek múlásával a telefonsűrűség növekedésével az előfizetők kezdeményezett forgalma is növekszik.

3.1. A forgalmi túlterhelés okai

A távbeszélő hálózat rendellenes működése akkor következik be, ha a tervezettnél nagyobb forgalommal terhelik. A tervezettnél nagyobb forgalom felléphet folyamatos és ugrásszerű növekedés esetén is ha a bővítések elmaradnak, vagy a fenntartási tevékenységet elhanyagolják. Az ugrásszerű forgalom növekedés katasztrófális hibák, vagy lökészerű terhelést okozó szolgáltatások bevezetése nyomán lép fel.

Katasztrófális hibán, illetőleg katasztrófális forgalmi állapoton azt értjük, amikor egy forgalmi irány (pl. belföldi távhívás) teljes meghibásodása, vagy forgalmi túlterhelése következményeként a sikertelen hívások ugrásszerűen megemelkednek. Ennek következményeként a hatékonysági arány, a hatásfok és a bevétel ugrásszerűen csökken. Az előzőek miatt lökészerű terhelést okozó szolgáltatások (pl. lottó tájékoztatás, telefonos rádió és televízió játékok, stb.) bevezetése körültekintést igényel.

A sikertelen hívásokat a hívók megisméttlik. Ezek az ismételt hívások növelik a hálózat forgalmát és ezáltal foglaltságát. Ez tovább növeli a sikertelen hívásokat és a hálózat veszteségeit. A folyamat tehát öngerjesztővé (pozitív visszacsatolás) válik.

A távbeszélő hálózatra jellemző még, hogy egy helyi túlterhelésből, vagy a távhívó hálózat egy pontján fellépő jelentős hibából adódó ismételt hívások az egész hálózatban szétterjednek és túlterhelik azt.

Az elmondottak évtizedek óta ismeretesek, és éppen ezért a káros folyamat bekövetkezése ellen különböző kapcsolástechnikai megoldások születtek. A túlterhelést és a hálózat hatásfokának csökkenését megakadályozó beavatkozásokat a CCITT Network Management-nek nevezte el.

3.2. Forgalmi túlterhelés és a hálózat struktúrája közötti összefüggés

A forgalmi túlterhelésre való érzékenység függ a hálózat struktúrájától. Kevésbé érzékeny a szövevényes hálózat, és igen érzékeny a csillag-rendszerű hálózat [4]. A csillag-rendszerű hálózat középpontjában levő központ forgalmi túlterhelődése az egész hálózatot megbéníthatja. Csillag-rendszerű hálózatot műszaki hibák és természeti katasztrófák egyaránt megbéníthatják, ezért ilyen hálózatot az előfizetők csak egy viszonylag szűkebb csoportjára célszerű készíteni.

4. Forgalmi túlterhelések megakadályozása

A forgalmi túlterhelések és az ezzel együttjáró káros jelenségek kialakulását műszaki és tájékoztatási intézkedésekkel lehet csökkenteni. A szabályozó eszközök közé tartozik a helyes tarifapolitika is.

4.1. Forgalmi túlterhelések megakadályozása a Network Management eszközeivel [3]

Az NM a hálózatnak egy közel valós idejű alapon nyugvó felügyeleti funkciója, amely intézkedéseket tesz a forgalom áramlásának szabályozására. Ez a szabályozás minden helyzetben biztosítja a hálózat

kapacitásának maximális kihasználását. Az NM célja, hogy minden helyzetben a lehetséges legtöbb hívás sikeres legyen. Ezt a célt a következő eszközökkel éri el:

- minden időben minden áramkör sikeres hívásokkal való működtetése,
- a használható áramkörök felhasználása,
- prioritás adása azoknak a hívásoknak, amelyek minimális számú áramkört igényelnek a kapcsolat felépítéséhez, ha minden használható áramkör üzemben van,
- a kapcsolási torlódás megakadályozása és szétterjedésének megelőzése.

A fentieket megvalósító beavatkozásokat a CCITT két csoportba, a védő (protective actions) és a kiterjesztő akciók (expansive actions) csoportjába sorolja. A védő akciók gyakorlatilag a túlterhelést okozó forgalom visszautasítását, a kiterjesztő akciók ezen forgalomnak kerülő utakra való irányítását jelentik.

A túlterhelést okozó forgalmat annak keletkezési helyén kell visszautasítani (születésszabályozás) és a hívóknak a sikeres hívás várható idejére tájékoztatást kell adni. E megoldással a túlterhelés szétterjedése megakadályozható.

Hagyományos központokban, hardwer módosítással, a legtöbb sikertelen hívást okozó hívásokat kell visszautasítani, vagy kerülő útra irányítani. Amennyiben a hagyományos központot ellátták Centralizált Üzemeltetési és Fenntartási Rendszerrel (Centralized Operation and Maintenance System), úgy ennek számítógépe vezérli a műveleteket.

Tárolt program vezérlésű központokba az NM feladatokat megtervezik, és gyártáskor beépítik.

Az NM-ből származó fő előny az előfizetőknek nyújtott jobb szolgáltatás a hálózat hatékonyabb kihasználása mellett. Ez viszont megnövekedett bevételhez és a lényeges szolgáltatások védelméhez vezet, még szükség helyzetekben is.

4.2. Forgalmi túlterhelések megakadályozása a felhasználók oktatásával és tájékoztatásával

Automatikus hálózatokban a telefonálók — anélkül, hogy tudnának róla — hatással vannak a hálózat működésére és a hálózat működése a telefonálók tevékenységére. Az optimális együttműködés feltételeit a központokban végzett mérések elemzésével létre kell hozni.

Az optimális együttműködésnek országonként, központonként, évszakonként és napszakonként más-más korlátozó tényezője lehet. Valós hálózatokban az egy beszélgetésre jutó ismételt hívások számát az emberek vérmérséklete és telefonálási kulturáltsága is befolyásolja. Természetesen mind a felhasználóknak, mind az üzemeltetőnek az az előnyös, ha egy beszélgetéshez minél kevesebb hívás szükséges.

A telefon használata nem minden esetben egyszerű, különösen nem egyszerű akkor, ha valaki nem hazájában telefonál. A különböző országokban az azonos szolgáltatásokat másképpen kell igénybe venni, és e szolgáltatások igénybe vehetőségét eltérő jelzőhangok jelzik. Az eltérések abból adódnak, hogy sok országban 40—60 évvel ezelőtt tervezett, illetőleg gyártott központok is üzemelnek. Ebben az időszakban még



H170-3

3. ábra. Távbeszélő hálózat és a felhasználók egymásra hatása

nem létezett CCITT ajánlás, de a megfelelő ajánlások kiadása óta is az országoknak a meglévő hálózatukhoz való alkalmazkodása lassítja az ajánlások bevezetését. A CCITT ajánlásának megfelelő egységesítése sokszor költséges, de ezen költségek megtérülnek. A CCITT ajánlások ugyanis a szolgáltatások egyszerű igénybevehetőségére is töreksenek.

A sikertelen hívásokat és az abból adódó forgalmi túlterheléseket a központok által kapcsolt szövegmondó készülékekkel is csökkenteni lehet és szükséges. A felhasználókat egy adott központ környezetében nem szükséges valamennyi telefonálással kapcsolatos tudnivalóról tájékoztatni, mert ez igen költséges. A tájékoztatást arra a területre kell koncentrálni, amely ismeret hiánya a legtöbb sikertelen hívás okozója. Az ilyen módon végzett tájékoztatás nagyon hatékony és az így befektetett tőke rövid idő alatt megtérül a hálózat hatékonysági arányának és határfokának növekedésén keresztül.

4.3. Forgalmi túlterhelések csökkentése tarifapolitikával

A nagyvárosok tömegközlekedési problémáit a lépcsőzetes és rugalmas munkakezdéssel is enyhítik. A telefonforgalomban a forgalmas-órai forgalmak csökkentését a tarifa szempontból kedvezményes időszakok bevezetésével segítik elő. Megfelelően megállapított, tehát ösztönző tarifapolitika a napi forgalmat egyenletesebbé teszi, amelynek következtében a sikertelen hívások csökkennek, a telefonálási kedv és a bevétel pedig nő.

Helyes tarifapolitika a forgalom egyik szabályozó eszköze, amely mind az üzemeltetőnek, mind a felhasználónak kedvező.

Függelék = Meghatározások

Egy távbeszélő hálózat üzemeltetésénél és bővítésénél megtervezésénél akkor járunk el helyesen, ha valamennyi tevékenységet nem szubjektív megítélés

alapján, hanem a hálózattól kiolvasott és a környezet által közölt objektív információk alapján irányítjuk. A legtöbb adatot a hálózat legintelligensebb részeiből, a központokból olvashatjuk ki. Az adatok kiolvasásának módját a központok rendszere határozza meg. Minél korszerűbbek a központok, annál több adat folyamatos mérésére alkalmasak.

A hálózat minőségét igen sok tényező (49 db [2]) befolyásolja, ezek közül azonban a három legfontosabbat:

- hiba-arány,
- hatékonysági-arány és
- hatások

a központokban mérhetjük.

A *hiba-arány*, mivel vizsgálószámról-vizsgálószámra kezdeményezett hívások hibáit tartalmazza, ezért a hálózat műszaki hibáira utal. A vizsgálószámok helyes programozás esetén, illetőleg sorozatban kapcsolt számok esetén, elvileg foglaltak nem lehetnek. Ezen mutató különösen kislevegalmú időszakban kifeje-

zetten a hálózat műszaki hibáit fedi fel. A legkisebb a hiba-arány a helyi hívásoknál, ettől nagyobb a belföldi távhívásnál, és a legnagyobb a nemzetközi távhívásnál.

A *hatékonysági-arány* a hálózat műszaki hibái mellett már az emberi tényezők okozta sikertelen hívásokat is tartalmazza. A mérési eredmények attól is függenek, hogy beszéd- vagy vezérlő áramkörben mérjük. Minél több mérési adat áll rendelkezésre, annál biztosabban határozhatjuk be a sikertelen hívások okait. Jellemző a mutatóra, hogy legmagasabb a helyi hívások esetében, ettől alacsonyabb a belföldi távhívásnál, és a legalacsonyabb a nemzetközi távhívásnál.

A *hatások* az áramkörök használati mutatója. Vezérlő áramkörökben is mérhető, ekkor a beszéd-időnek (charging time) a vezérlés szempontjából sikeres hívás tartásidőjét vesszük. Alacsony vagy relatíve alacsony érték esetén a korai bontások okait és az ilyen áramkörök (killer circuit) hibáit meg kell keresni és el kell hárítani.

Távbeszélő központok rendszerezése

Generáció száma	Első	Második		Harmadik	Negyedik	
Generáció elnevezése	manuális	elektromechanikus		quasi elektronikus	elektronikus	
Beszédátvitel módja	analóg	analóg	analóg	analóg	digitális	digitális
Kapcsolómező felépítése	térosztású	térosztású	térosztású	térosztású	tér- és időosztású	időosztású
Vezérlés és programozás módja	manuális,	közvetett vezérlés,	közvetett vezérlés, huzalozott programozás	tárolt program vezérlés	tárolt program vezérlés	tárolt program vezérlés

A fenti három minőségi mutatót, mivel a hálózat működésére jellemző, hálózatorientált minőségi mutatóknak is nevezhetjük.

A távbeszélő hálózatban a központoknak meghatározó szerepük van, ezért elnevezésük és lényeges tulajdonságaik alapján rendszerezett bemutatásukat indokoltnak tartom.

Összefoglalás

Egy ország távbeszélő hálózata óriási szellemi és pénztőkét tartalmaz, ezért fejlesztését és üzemeltetését csak folyamatos tevékenységgel — a hálózat környezete által megkövetelt színvonalon — szabad művelni. Nagy hálózatok rekonstrukciója, tehát újraszervezése, bővítése, az ehhez szükséges hatalmas szellemi és pénztőke, gyártó és szerelő kapacitás igény, továbbá intelligens üzemeltetők kiképzésének szükségessége miatt igen nehezen hajtható végre.

Befejezésként megállapítható még, hogy a távbeszélő

hálózat, e cikkben nem részletezett, többi eleme is kölcsönösen hat egymásra. A hálózatban, rendszerben való gondolkodást a tervezőknek, beruházóknak és az üzemeltetőknek egyaránt el kell sajátítani. E gondolkodásmód elsajátításához nagy segítséget nyújt a sikertelen hívások elemzése.

A távbeszélő több, mint százéves történetéből levonható további következtetés, hogy a hálózat folyamatos minőségi változáson és mennyiségi növekedésen megy át és ma még sem a minőségi változásának, sem a mennyiségi növekedésének határai nem ítélték meg.

IRODALOM

- [1] *Nádor Lajos*: Automatikus hálózatok hatásfoka és forgalomvezérlése
POSTA 1977. május
- [2], [3] CCITT: Handbook on Quality of Service Network Management and Network Maintenance Geneve 1984.
- [4], *Nádor Lajos*: Automatikus távbeszélő hálózatok minőségi mutató-rendszerének alapelvei
PKI tanulmány 1980.