

## A Puskásban képeztem.

Hima Ernő  
E-mail: himaernő@gmail.com  
Budapest, 2021.11.19.



A Puskás Tivadar Távközlési Technikum.

### Bevezetés:

Úgy gondolom célszerű a Puskást teljes néven említeni: Puskás Tivadar Távközlési Technikum (PTTT). 1972.-ben tettem ott képesítő vizsgát és akkor az ország legjobb műszaki, távközlési technikuma volt. A sokoldalú és magas fokú képzést az indokolta, hogy a Posta műszaki üzletágának monopóliuma volt a távközlés minden ága és az iskola ezekhez képzett szakembereket.

Ehhez a szakmai körhöz tartozott:

- a lokális (városokban, településeken lévő); az interurbán (városok, települések közötti és a nemzetközi, kézi kapcsolású és automata távíró és távbeszélő központok) és a lokális és interurbán viszonylatokhoz rendelt létesítmények (kezelő és vizsgáló eszközök, segédberendezések; kábelrendezők; villám- és túláramvédelmi biztosító eszközök, tápellátó akkumulátortelemek, villamosmotorral hajtott dinamók, generátorok, villamoshálózati egyenirányítók, aggregátoros szükségáramforrások, stb.);
- a lokális és interurbán, légvezetékes, légkábeles és földalatti kábeles hírközlő hálózatok, és azok oszlopsorainak és földalatti részeinek szerelvényei;
- az objektumok belső vezetékes hálózatának eszközei, szerelvényei, kiépítési kritériumai;
- híradástechnikai jelek villamos átviteltechnikai létesítményei (jelszűrő, jelformáló és jelerősítő állomások);
- rádió és televízió műsorszóró adó, vevő és átjátszó létesítmények;
- rádió-távíró és rádió-távbeszélő létesítmények és ezek rádió-átjátszó létesítményei;
- stb.

Az iskola ma is a régi helyén található. Mindenkor „Gyáliutas”-nak említették az ott végzetteket, de a 1097 Budapest, Gyáli út 22. címen szereplő technikum bejárata a Gyáli útról nyíló zsákutcáról, a Zombori utcáról volt és van ma is. A jelen sorok írója bárhol járt az országban, ha másik „Gyáliutassal” találkozott, nemre, korra, beosztásra való tekintet nélkül mindenki azonnal a közvetlen baráti hangnemre, tegezésre váltott. Nagy összetartó erő volt (és remélem ma is az) a PTTT.

A címben képesítőt és nem érettségit írtam. Ennek oka, hogy a távközlés-technikumi képesítő több, sokkal több, mint a középiskolai érettségi. A középiskolai, gimnáziumi közismereti tárgyakon túl vannak speciális, szakmai, ill. szakmai eltérésekkel oktatottak, mint pl.:

- matematika (infinitezimális számítások, komplex számok);
- fizika (mechanika; elektrotechnika, híradástechnika, távirótechnika, telefontechnika, átviteltechnika [a villamos jelek vezetékes átviteltechnikája], rádiótechnika);
- földrajz (postaföldrajz és szállítószolgálat);
- távközlési hálózatok és létesítményei;
- anyag- és gyártásismeret [fémkohászat, fémötvözetek, vas és acélgyártás, fémmegmunkálási technológiák, stb.];
- gépészeti, építészeti, hírközlő hálózati, táviró- és távbeszélő-technikai szakrajz;
- baleset elhárítás és munkaegészségtan;
- ...

A gimnáziumok érettségijében szereplő közismereti tárgyakon túl szakmai tárgyakból is magas szintű záró (képesítő) vizsgát kellett tenni, aminek eredményes letétele feljogosítja a végzett hallgatót a „Távközlési Technikus” megnevezés viselésére és ilyen minőségben való elhelyezkedésre, munkavégzésre. Sokan és sokszor kérdezték tőlem üzemmérnökök, mérnökök szakmai téren (nem pejoratívan!), hogy melyik egyetemen végeztem. Igen! A PTTT képzése, ha nem is egyetemi, de szakmai téren sok tekintetben főiskolai szintű volt (bízom abban, hogy ez ma is így van)!

Mint fentebb már írtam, abban az időben még a távközlés minden ága a Magyar Posta, korábbi terminológiával a Magyar Királyi Posta monopóliuma volt. Talán ez az oka, hogy a Gyáli úton egy egész, és igencsak nagy területet, több hektárt elfoglaló „háztömböt” a Posta birtokolta, amelyen négy nagy postai egység osztozott. A Ferencvárosi vasúti pályaudvar felől a Gyáli úton közelítve a vasúti sínek és a Gyáli út bal oldalának találkozásánál a Posta Központi Anyaghivatal, a Posta logisztikai üzletágának raktárbázisa volt. Ennek Gyáli úti folytatásánál a Posta műszaki, oktatási és tudományos létesítményei helyezkedtek el. Sorrendben:

- a Posta Központi Javítóüzem,
- a Puskás Tivadar Távközlési Technikum,
- a Posta Kísérleti Intézet (PKI).

A fenti négy postai intézmény egymással telekhatáros volt.

A PKI-nak sok nagyszerű tudós koptatta lépcsőit. A távközlés minden ágát és azok eszközeit, mérőműszereit tervezték, fejlesztették, de a Posta logisztikai szakágának eszközeit, gépi berendezéseit is tervezték, fejlesztették a PKI-ban.

A Magyar Posta ma is büszke lehet a PKI, abban az időben még Posta Kísérleti Állomás néven szereplő (PKÁ) volt dolgozójára, nemes Dr. Békésy György professzorra, aki a PKÁ-nál, az I. Világháború után laboránsként kezdett dolgozni és a főmérnöki beosztásig emelkedett. Egy idő után, párhuzamosan, a Pázmány Péter Tudományegyetem kísérleti fizika tanszékvezetője is volt. A Magyar Tudományos Akadémia Levelező, majd rendes tagjává választotta és a Magyarországon folytatott kutatásaiért 1961-ben Nobel díjat kapott. Dr. nemes Békésy György professzor úr igazi polihisztor volt, hisz Bernben kémia diplomát szerzett, majd Budapesten fizikából doktorált és „a belső fül, a csiga ingerlésének fizikai mechanizmusával kapcsolatos fölfedezéseiért” 1961-ben fiziológiai és orvostudományi Nobel díjat kapott.

Mivel Békésy professzornak a II. Világháborúban mind a PKÁ-ban, mind az egyetemen lévő laboratóriumai olyannyira megrongálódtak, hogy kutatásra, munkavégzésre alkalmatlannokká váltak, ezért 1946-ban elfogadta Svédország egy évre szóló meghívását és Stockholmba ment vendégprofesszorként. Magyarország Orosz megszállása miatt, pontosabban az abból eredően, a tudományos életben történt negatív változások okán nem tért vissza Magyarországra, hanem 1947-ben, Stockholmban elfogadta az egyik Amerikai egyetem meghívását. Amerikai munkássága során az USA Tudományos Akadémiája is tagjává választotta, számos nem-

zetközi kitüntetésben részesült és sok ország egyeteme fogadta doktorává. Igaz, hogy 1947-től haláláig Amerikában élt, de mindvégig magyar maradt! Minden évben kérvényezte magyar állampolgárságának megtartását!

A Nobel díjas nemes Békésy György által használt, tervezett, szerkesztett kísérleti eszközökből, a Honolului Egyetemtől kapott tárgyi és információs anyagokat a Magyar Posta, amelyek a Diósi Rádió- és Televíziómúzeum két termében ki vannak állítva.

Érdekességként említem, hogy nemes Dr. Békésy György a tudományos munka mellett megszállott és hozzáértő műgyűjtő is volt. Igen értékes műtárgy gyűjteményét – amelyben időszámításunk előtt 4000-3000 évvel készült, a föld minden kontinenséről, számos ország ásatásaiból származó műtárgyak is vannak – végrendeletileg a Nobel Alapítványra hagyta. A Békésy műtárgy gyűjteményből a Nobel Alapítvány, Stockholmban, ma is látogatható állandó kiállítást rendezett. A Nobel Alapítvány a kiállított műtárgyakból egy jelentős terjedelmű angol nyelvű katalógust adott ki, melyből – jelen sorok írójának tudtával – Magyarországon mindössze két példány található.

Nemes Dr. Békésy György életét és munkásságát Dr. Vincze János biofizika professzor kutatja és kutatási eredményeiről több Magyar/Angol nyelvű könyvet írt és jelentetett meg, melyek mindegyikéből a stockholmi Nobel Alapítványhoz is eljuttatott példányokat.

(Dr. Vincze János professzor úr E-mail elérhetősége: [ndp@t-online.hu](mailto:ndp@t-online.hu)).

A Posta volt műszaki szakágait fentebb felsoroltam, most utalok arra, hogy főbb felosztásban 1. vezetékes (távíró, telefon, vezetékes jelátviteli hálózat, erősítés és jelformálás) és 2. vezeték nélküli távközlés (rádió és Televízió műsorszórás, rádió-távközlés, valamint a vezeték nélküli átviteltechnika adó és vevőberendezései) említhető, de mindkét fő ágazat sokszorosan összetett!

A Puskás Tivadar Távközlési Technikumban elméleti és gyakorlati képzést is kaptunk. A gyakorlati képzést röviden vázolom:

Első évben a technikum alagsori „gépműhelyében” mechanikai képzés folyt, amelyen a fémek hidegalakításával foglalkoztunk (fémfűrészelés, reszelés, fűrés, esztergálás, marás, köszörülés, ...). A hidegalakítás mellett, az oldható és nem oldható kötésekkel is foglalkoztunk, mint a csavarozás, szegecselés lágyforrasztás (ón, ólom ötvözet), és a keményforrasztás (ezüst, réz). Volt aki – mint e sorok írója is – a kézi kovácsolásba és a ponthegesztésbe is belekóstolhatott.

Második évben az első év elméleti anyagára, főleg az elektrotechnikára alapozva egyszerű villamos készülékek szerelése, egyszerű műszerekkel való mérés, hibakeresés, javítás volt a gyakorlati feladat (telefontechnikai jelfogók (relék) szerelése, beállítása; telefontechnikai kapcsoló kulcsok, szerelése, beállítása; LB (Local Battery = helyi telepes) és CB (Central Battery = központi telepes) telefonkészülékek; soros telefonok; főnök-titkári berendezések, kézi kapcsolású LB és CB telefonközpontok javítása, felújításában való részvétel, ...

Harmadik évben a távíró és géptávíró gépekkel, és központokkal; a léptetőgépes (Citomat) telefonközponttal, a Rotary rendszerű (forgógépes kapcsolású) automata telefonközpontokkal (7A1 és 7A2), az épületeken belüli, valamint a léges- és földalatti vezetékekkel, kábelekkel, alépítményekkel, távíró és távbeszélő tetőtartókkal, oszlopokkal és szerelvényeikkel ismerkedtünk a gyakorlatban.

Negyedik évben a vezetékes és vezeték nélküli híradástechnika mérőműszerei és mérései voltak soron a technikum jól felszerelt mérő laboratóriumában.

Az elméleti anyag taglalását a következőkben részletezem.

Mivel minden technikai eszköz alapja a gépészet, ezért a gépészeti ismereteket, az anyagismeretet és gyártástechnológiát is el kellett sajátítani a híradástechnikai ismeretek előtt, illetve avval párhuzamosan.

Mivel az épületeken belüli „felszálló” és szintenkénti elosztó kábelek, vezetékek az épületek falában futó, viszonylag nagy átmérőjű Bergmann, majd műanyag csövekbe voltak behúzva, az építőanyagokat és épületszerkezeteket is ismerni kellett ahhoz, hogy a létesítmények tartófalait – meg nem engedhető mértékben – ne gyengítsük meg a belső kábelezés csöveinek falakba építésével.

A híradástechnikai ismereteket kezdjük a régebbivel a vezetékes távközléssel.

Ebben a szakmai ágban a távíró volt az első, amely eleinte még egyvezetékes, föld-visszavezetékes rendszerben kétállapotú villamos jelek átvitelével foglalkozott. Itt máris két külön ágra osztható a rendszer a végberendezésekre és az átviteli útra. A végberendezések pedig adó és vevő berendezésre oszthatók. Nemrégiben, amikor még a Postamúzeumok közül Diósdon a Rádió- és Televízió-múzeumban voltam tárlatvezető, a látogatóknak sokszor említettem, hogy tulajdonképpen innen számítható a digitális jelrendszer, hisz a távírótechnika a van áram/nincs áram, vagyis a logikai H (High = magas) és a logikai L (Low = alacsony) villamos feszültség szintek időbeni sorozataival működik, akárcsak ma a korszerű informatikai berendezések, számítástechnikai eszközök és jelátviteli rendszerek.

A távírótechnika iránt érdeklődőknek tudom javasolni, hogy keressék meg a Híradástechnikai és Informatikai Tudományos Egyesület (HTE) Technikatörténeti Szakosztályának vezetője, Sáfár József villamosmérnök által alapított Távírómuzeumot (1173 Budapest, Pesti út 115. Podmaniczky-Vigyázó Kastély. E-mail: info@taviromuzeum.hu). HTE tagtársam, Sáfár József kutató munkájával nagyon sok távíró történeti eszközt gyűjtött össze, melyek bemutatásakor előadása igazi élmény az érdeklődőknek!

### **Távírótechnika:**

Az elektromos, elektronikus hírközlés első alkalmazása. Ebben az alkalmazásban már a villamos jelek fényvel megegyező sebessége biztosította a korábban elképzelhetetlen sebességű információáramlást. Sok megoldása létezik, pontosabban létezett, mert a modern számítástechnika mára gyakorlatilag megszüntette.

Már a Morse jelek bevezetése előtt is ismertek voltak megoldások, melyekkel a kor fejlettségi szintjének megfelelő villamos jel (információ) átvitel volt megvalósítható. A Morse ABC bevezetése és elterjedése komoly fejlődést eredményezett. Kezdetben a Morse ABC-t ismerő, a kor megbecsült, jól képzett távírászai voltak világszerte a hírek, információk, események továbbítói. Ekkor kezdett világunk zsugorodni, hisz a levelezést fokozatosan átvette a politikai, majd az üzleti életben és később a nagyközönség számára is a táviratozás, amely napok, hetek helyett, órákra csökkentette nemzetközi vonatkozásban is a hír feladója és címzettje között az információátviteli időt. Az írott sajtó a föld bármely pontján történt napi eseményeket már aznap, vagy a következő napon nyomtatásban terjeszthette, ami korábban teljességgel elképzelhetetlen volt.

Nagy nehézséget jelentett az országokon belüli majd a nemzetközi vezetékhalózat építése. Idővel a tengerek alatt, a tengerfenékre süllyesztett kábelek segítségével a kontinensek közötti táviratozás is lehetővé vált. Ezeknél sok időt és fáradságot emésztett fel a kábelek villamos paraméterei által okozott, csillapítást és a torzítást szenvedett jelek helyreállítása, de – mint tudjuk – a kezdeti kudarccokat sikerült leküzdeni.

Ahogy az lenni szokott, a találmány fejlődni kezdett és a távírókkal kapcsolatban felmerült az igény, hogy a Morse rendszert ismerő, a kor technikai szintjén magasan képzett távírászok kiváltására egyszerűbben kezelhető, betűíró eszközök legyenek fejlesztve. Lassan megjelentek a Morse jelek helyett betűket, írásjeleket megjelenítő távírók, az úgynevezett géptávírók. Kezdetben nehezen kezelhető, az adó és vevő készülék között szinkronizálatlan jelekkel működő géptávírókat használtak. Ilyen volt a műszaki érdeklődésű zongorista, Hughes, 1856-ban bemutatott betűíró távírója is. Ez még zongorabillentyűzetre hasonló klaviatúrával készült. Az adó és vevő oldal között a szinkronizmust állandó ütemű adással tudták biztosítani, ami

sok nehézséget okozott. Később megjelentek az írógépekhez hasonlítható, start/stop szinkronjeleket is továbbító géptávírók, amelyek már a kettes számrendszeren alapuló öt bites elektromechanikus eszközök voltak. Mivel öt biten a lehetséges kombinációk száma 32, és ez nem elég az angol ABC 28 betűjének, valamint a számoknak és írásjeleknek átvitelére, ezért úgynevezett betű/számváltót használtak ezeknél a gépeknél, amely lehetővé tette, hogy ugyanazon öt bites, digitális jelkombinációval vagy betűket, vagy számokat és írásjeleket tudjanak továbbítani/fogadni. Egy további jelkombináció ilyen célú alkalmazása lehetővé tette a szöveges üzenetekben a kis- és nagybetűk használatát is. A jelen sorok írója főleg a Siemens és avval megegyező felépítésű RFT géptávíró gépek üzemvitelében, karbantartásában, esetenkénti javításában – több más híradástechnikai eszköz és berendezés mellett (géptávíró központok, automata telefonközpontok, rádióadók és ~vevők, Tv vevők, ...) – évekig dolgozott.

A kézi kapcsolású távíróközpontok mellett, a távírótechnika csúcsaként már a hívó és hívott fél között számtárcsával választható, automata-kapcsolású távíróközpontok is megjelentek, amelyeknél a téves információ-továbbítások elkerülésére úgynevezett „névadót” használtak. A névadó segítségével a hívó – a távolvégi gép névadójának lekérdezésével – automatikusan, emberi jelenlét és közreműködés szükségessége nélkül tájékozódhatott arról, hogy valóban a kívánt féllel áll kapcsolatban. Ezeknél a gépeknél már lapra író szerkezet, lyukszalagos információrögzítés és úgynevezett gépadó (a lyukszalagra rögzített információ gyors átvitelére alkalmas eszköz) is megvalósult. A lyukszalag elkészítésekor nem kellett a hívó és hívott fél között vonali kapcsolatnak lenni és ez lehetővé tette az információátviteli vonalak terhelésének időbeni csökkentését. A lyukszalag előre elkészíthető volt és azt követően az információ az eszközökkel elérhető maximális 50 Baud-os (kb. 9 karakter/sec) sebességgel került továbbításra.

A távírótechnika, azaz az áramimpulzusokkal történő információátvitel problémája, hogy az elektromosan elosztott paraméterű négypólusnak tekinthető távíróvonalak jellemzői (a vonal villamos ellenállása, villamos kapacitása és induktivitása, áthallása, léges hálózatok esetén a szigetelés elégtelensége miatti levezetés, a jelek – a vonalak helytelen lezárása miatti – reflexiója, ...) csillapítást (jelvesztést) és jeltorzulást okoznak, amelyek a távolvégi vevőoldalon a vett jelek kiértékelését nehezítik. A fizikai távíróvonalakon (vörösréz kábel erek, vagy bronz légvezetékek) történő táviratozásnál ezért szükségessé vált a jelek helyreállítása a vevőoldalon. Ez korábban a fizikai alapáramköröknél (pont-pont közötti közvetlen, vagy kapcsolt vezetékes átviteli láncban) úgynevezett polarizált relékkel történt, amit az átviteli láncban a vevőkészülék elé illesztettek, és aminek feladata az átviteli vonalhálózaton torzulást szenvedett jelek segédenergiával történő négyszögjelekké formálása volt. Később ugyanezt a funkciót feszültség-komparátorok látták el.

A jelen sorok írója az 1970-es években, az első, hazai fejlesztésű, manuális kapcsolású, elektronikus géptávíró központ telepítésében részt vett és – több más híradástechnikai eszköz és berendezés mellett – annak későbbi üzemvitelében, esetenkénti javításában évekig dolgozott. Abban a géptávíró központban Zener diódák védték a vonali túlfeszültségtől a belső áramköröket és diszkrét passzív alkatrészekkel és tranzisztorokkal felépített Schmitt-trigger (egyfajta feszültség-komparátor) áramkörök formálták négyszögűvé a távolvégről torzítottan érkező távíró jeleket.

A szakmában jártasok – így én is – még nagyon hosszan tudnám taglalni a távírótechnika szakmai szépségeit és problémáit, de a korlátos terjedelem okán ez nem lehetséges.

### **Távbeszélő-technika (telefontechnika):**

A vezetékes híradástechnika későbbi, második nagy szakága a távbeszélő-technika, ami napjainkban is – igaz jelentős változásokkal – létezik, sőt dinamikusán fejlődik.

Kezdetben a feltalálójáról (Alexander Graham **Bell** által 1876. febr. 14-én beadott találmány) Bell féle telefonnak nevezett eszköz volt a kiindulópont, ahol csak a későbbi telefon-

hallgató elektromágneses elven működő, mikrofonként és hallgatóként is funkcionáló eszköz volt használatban és csak pont-pont közötti beszélgetésre volt alkalmas. Megjegyzem, hogy voltak kik a gyakorlatban is alkalmazható telefon magalkotásában megelőzték a feltalálónak tartott Alexander Graham Bellt, de a technikatörténetben Bell neve maradt fenn. A vezeték-paraméterek, és az általuk okozott fizikai jelenségek még ismeretlenek voltak, és a rendszer ezért, valamint a hívásjelzés hiánya miatt csak házon belül, igen rövid távolságokra volt használható. Az eszköz semmilyen segédenergiát, tápfeszültséget nem igényelt.

Nem sok időbe telt, hogy a telefonokat hívóművel, induktórral (kézi váltóáram-fejlesztő eszköz) és villamos csengővel is felszereljék. Az első igazi nagy áttörést, a hangot (beszéd által okozott légnyomásváltozásokat, légrezgéseket), ellenállás változással villamos jellé alakító szénmikrofon feltalálása hozta (1876. október, Thomas Alva **Edison**). Igaz, a szénmikrofon már tápáramot igényelt, ezért helyi telepet használtak és a hallgató állandó mágnesének egyenáram miatti lemágnesezése elkerülésére indukciós tekercsekkel (transzformátorral) különválasztották a hallgató (vevő), és a mikrofon (adó) kört. A hallgató áramkörébe így csak az adóoldali (és a saját) mikrofonról érkező, hanginformációt hordozó, időben a hangfrekvencia ütemében változó villamos jelek jutottak el. A vonalon a mikrofon által a helyi (LB), majd később a központi (CB) telep feszültségére szuperponált hangfeszültségek folytak.

A telefon egyre bonyolultabbá vált, de még mindig csak pont-pont közötti összeköttetésre volt alkalmas. Ahhoz, hogy a következő nagy áttörés bekövetkezzen szükség volt a technikumunk névadója, Puskás Tivadar ötletére. Mi magyarok szeretjük azt mondani, hogy Puskás Tivadar találta fel a telefonközpontot, de ez csak részben igaz. Puskás Tivadar akkoriban Párizsban, az amerikai Edison Művek európai képviselője volt és Edison találmányainak alapján gyártott eszközök európai bevezetése, terjesztése volt a feladata. Ilyen minőségében említette Edisonnak ötletét a telefonközponttól, de a találmány megvalósítására nem volt ideje. A telefonközpont ezért – mint találmány – Edison egy másik munkatársa, Charles Scribner nevére lett szabadalmaztatva, de Edison elismerte, hogy világviszonylatban az első, eredeti ötlet és a gyakorlati útmutatás Puskás Tivadartól származik!

Kezdetben még tető és fali tartókon vezetett vashuzalal kiépített egyvezetékes, föld viszszevezetéses telefonhálózat volt a telefonközpont alapja. Egy ilyen telefonközpont – nagy valószínűséggel az első magyar telefonközpont – látható a Bp. VI. Benczúr u. 27. sz. alatti Benczúr Palota, Postás Kulturális Központ II. emeletén lévő Postamúzeumban. Az első budapesti telefonközpontot és az ahhoz tartozó telefonvonal-hálózatot Puskás Tivadar öccse, a huszárhadnagyságot a telefon miatt otthagyo Puskás Ferenc építette ki. Érdekességként megjegyzem, hogy ebben a munkában Budapesten a Puskás fivéreket segítette Nikola Tesla, akinek – többek között – az egy és többfázisú váltakozó áram, a váltakozó áramú generátorok és motorok feltalálása köszönhető. Tesla később Puskás Tivadar ajánlásával kereste meg Amerikában Edisont.

Az első telefonközpont (1878, Amerika) New Havenben (más források szerint Bostonban), a második (1879, Franciaország) Párizsban épült majd világviszonylatban a harmadik és Európában a második, Budapesten, a Fürdő u. 10. sz. ház (ma Bp. V. ker. József Attila u.) III. emeletén 1881. május elsején lett üzembe helyezve. Ezek az első manuális kapcsolású telefonközpontok „keresztlemezes váltók” voltak. Később a manuális telefonközpontok jelentősen bonyolultabbá váltak.

Még a rádiózás előtt, a manuális telefonközpontok idejében kezdett működni – világviszonylatban először Budapesten – Puskás Tivadar találmánya, a Telefonhírmondó. Ekkor még nem léteztek jelerősítő eszközök, ezért a hangfrekvenciás jelet transzformátorokkal emelt feszültségen juttatták a vonalra és a vevő oldalon nagyimpedanciás (4000 Ohmos) fejhallgatóval tudták hallgatni azt. A kor fejlettségi szintjének megfelelően kezdetben a telefonhálózaton, kapcsolt vonalon, később önálló vonalhálózaton továbbították az előfizetők felé a politikai és gazdasági híreket, színházi és hangverseny közvetítéseket. A Telefonhírmondó stúdiója a ké-

sőbbi rádió stúdióknak is mintául szolgált. A Diósi Rádió- és Televíziómúzeumban látható a kor fejlettségének megfelelő Telefonhírmondó hálózatának felépítése és eszközei. Az egyik belső teremben három, korhű híradó és zenei anyag is meghallgatható.

Az új dolgok mindenkor bizonyos kezdeti ellenállást váltanak ki. A telefon is lassan kezdett terjedni, de az üzleti élet képviselői eléggé hamar rájöttek, hogy a telefon sok fáradságtól, utazástól kíméli meg az üzleti életben az embereket, és gyors intézkedéseket tesz lehetővé. Az igények és velük a hálózatok is egyre nőttek. A kézi kapcsolású telefonközpontok kezdetben név, később hívószám alapján kapcsolták össze a hívó és hívott feleket. A telefonhálózatok és az előfizetők számának dinamikus növekedése és a kézi kapcsolás fáradságos munkája előre vetítette az automatizálás igényét. A kezdeti próbálkozások nem voltak megbízhatóak. Az elsők között említhető amerikai „Strowger switch” (1891.) automata telefonközpont, amit működési jellemzői miatt „lépésről lépésre kapcsolónak” is neveztek, nem terjedt el. Európában, Svédországban Lars Magnus **Ericsson** (LME) készített egy berendezést, amelyből a ma is világhírű cég alakult. A németországi **Siemens** is beszállt a versenybe és Európában a Siemens és Ericsson automata telefonközpontok osztoztak a piacon. Hazánkban – licencszerződések alapján – mindkét nagyvállalat automata telefonközpontjait gyártották, alkalmazták.

A gyorsan terjedő telefon automaták két elven működtek. Az egyik csoportot az elektromágnesekkel léptetett forgó mozgású gépek alkották. A másik csoportba bonyolultabb gépek tartoztak, amelyek elektromotorokkal meghajtott tengelyek által mozgatott elektromechanikus kapcsológépekből és az azokat vezérlő relés logikai rendszerekből álltak. Az automata telefonközpontok automata telefonkészülékeket igényeltek, amelyek megfelelő szerkezettel tudták vezérelni a központ kapcsológépeit. A számtárcsás készülékek terjedtek el, ahol a számtárcsa, a vonal rövid idejű megszakításokkal létrehozott impulzus sorozataival „tudatta” az automata telefonközponttal a hívott számot. A számtárcsa impulzusait egy regiszternek nevezett áramköri egység fogadta és vezérelte a kapcsolást létesítő választó gépeket. Érdekességként említem, hogy a számtárcsa impulzussorozata relékkel, binárisan volt kódolva. A kettes számrendszernek megfelelően a regiszterben a hívószámok csoportjait 4-4db relé fogadta és az álló és mozgó érintkezőin keresztül felépülő kettes számrendszerű kombinációk vezérelték a hívott fél vonala felé a forgó gépeket (a hat számjegyű hívószámok idején 6db 4-4 reléből álló egység tárolta a regiszterben a kapcsolás létrejöttének idejéig a hívott telefonszámot). A kapcsolás felépítése után a regiszter lekapcsolódott az összeköttetésről és új hívás felépítésére volt alkalmas. A hívó és hívott felek között felépült kapcsoláson a hangátvitel analóg volt.

A ma már nem túl bonyolultnak tűnő forgógépes (Rotary) telefonközpontok közül Magyarországon az akkori legnagyobb, Budapesten a VIII. kerületi Horváth Mihály téren, a Horváth Mihály tér és Német u. sarkán álló épületben működött. Az épület Horváth Mihály téri homlokzatán ma is a távbeszélő gyorsaságát szimbolizáló dombormű látható. A végső kiépítésében 40.000 előfizető kiszolgálására alkalmas Rotary 7A2-es típusú József Távbeszélő Üzemben kezdte szakmai működését e sorok írója. A későbbiekben a hazai Rotary telefonközpontok közül 7DU és 7Dpbx központokban is dolgozott, több 7Dpbx központ kapacitását, külső és belső kábelhálózatát, telepítését tervezte és irányította.

Budapesten a 7A1 és 7A2 típusú főközpontok és azok kihelyezett számmezejű szatellit (mellék) központjai, vidéken 7DU főközpontok terjedtek el. Nagyobb létesítményekben alközpontok biztosították a házon belüli valamint a kimenő és beérkező hívások kezdeményezését/fogadását. A kisebb alközpontok manuálisak voltak, de egyre jobban terjedtek a gépi kapcsolású automata alközpontok is. Ezek közül a nagyok 7DU rendszerűek, a kisebbek 7Dpbx rendszerűek voltak. Megtalálható volt az alközpontok között a 40 vonalas kapacitású, főleg a vasút által használt Citomat központ is. Idővel más típusok is megjelentek a piacon. A jelen sorok írója a rövid életű, 10-40 vonalas, relés (Holéczy féle) központtal is találkozott.

A városokban az előfizetők száma dinamikusan emelkedett. Az igények kielégítésére a telefonközpontok kapacitását egyre inkább emelni kellett, ami már a kézi kapcsolású telefonközpontoknál is gondot okozott. Ezt úgy oldották meg, hogy egy-egy nagyobb városban, eltérő területi egységenként újabb telefonközpontokat létesítettek. Az egy-egy telefonközponton belüli előfizetőknek a központ vonalhálózatán belül maradó hívásait közvetlenül kapcsolták. Ha a hívást kezdeményező fél más központ előfizetőjét kereste, akkor az egyes telefonközpontok közötti trónk (átkérő) kábelen adták át a kezelők a hívás felépítését a társközpont kezelőjének. Ez a manuális telefonközpontokban – a megnövekedett időigényen túl – nem jelentett problémát. Az automata központok közötti trónk áramkörök villamos paraméterei, leginkább kapacitív hatásai miatt megjelentek a tárcsaimpulzusok torzításai, ami időnként számtévesztéseket okozott. Komoly munkát adott a számtévesztések kiküszöbölése a kor szakembereinek. Az idősebb emberek még emlékezhetnek a telefonhívásoknál korábban tapasztalt gondokra (számtévesztés, áthallás, vonalszakadás, ...). Jelen sorok írója, 1960-ban, a József Távbeszélő Üzemben Búzás Ottóval (később Dr. Búzás Ottó) dolgozott a trónk kábelek által okozott számtévesztések okának feltárásán és megszüntetési lehetőségének keresésén.

Egy idő után a forgógépes központokat részben – helyenként egészben – leváltotta a leginkább relés kapcsolónak nevezhető **Crossbar** telefonközpont. A Crossbar (magyarul keresztléc), elvileg a legkorábbi manuális keresztlemezes váltó, azaz Puskás Tivadar telefonközpont ötletének gépesített formája.

Jelenleg már leginkább számítógépnek nevezhető elektronikus központok működnek. Ezeknél a hívó és hívott fél közötti kapcsolást számítástechnikai, digitális eszközök végzik és az információátvitel sem analóg. A mikrofon által szolgáltatott áramingadozások helyett csak az azokból vett és digitalizált mintákat viszik át a vonalon és a vevő (hívott) oldalon állítják helyre a „burkológörbét”, azaz alakítják ismét analóggá az információt. Az átviteli sáv 300-tól 3400Hz-ig terjed és 1 sec alatt 8000-szer vesznek mintát a mikrofonáramból. Minden mintát digitálisan tárolnak és továbbítanak. A kapcsolat megbízhatóságát a jelek hibavizsgálatával és szükség szerint javításával biztosítják. Nálunk az Ericsson AXE és a Siemens EWSD típusú központok működnek, amelyek egyaránt képesek a vezetékes és a mobil telefonok kapcsolására.

Viszonylag rövid idő alatt, folyamatos fejlesztéssel, hosszú út vezetett a hivatalosan Bellnek tulajdonított telefontól napjaink korszerű telefontechnikájáig!

A mai marok, vagy más néven mobil telefonok már kisméretű, gyors működésű komplex számítógépek, amelyek számos funkciót tesznek lehetővé és számos információ érhető el rajtuk. Aki jól és jó célra használja annak nagy segítség a kommunikációban, munkába, tanulásban, információszerzésben, idegen nyelvű fordításban, navigálásban, szórakozásban és még sokáig lehetne folytatni a sort!

### **A vezetékes nagytávolságú jelátvitel biztosítása (jelformálók, vonalerősítők):**

Már írtam, hogy a vezetékek, kábelek elektromos paraméterei (ellenállás, induktivitás, villamos kapacitás, illesztési hibák, ...) a vezetékes jelátviteli hálózatban különböző problémákat okoznak. Az egyik ilyen probléma a vezetékek ellenállása miatti jelcsökkenés, valamint az induktív és kapacitív jellemzők és illesztési hibák (reflexiók) által okozott jeltorzulás. Az erősítő eszközök (elektroncsövek) feltalálása előtt a távíró hálózatokba relés jelismétlő (repeater) eszközöket illesztettek, amelyek a bejövő csökkent jelszintű és torzított jelből, segédáramforrással, ismét emelt jelszintű és torzításmentes jelet hoztak létre. Ez megoldotta a távíró eszközök problémáját, de nem volt használható a távbeszélő vonalak esetén.

A távbeszélő vonalaknál a csillapítás csökkentése kezdetben csak a vezeték-keresztmetszetek növelésével volt járható, evvel ugyanis a vezetékek elektromos ellenállása csökkent és így nagyobb távolságok is elérhetőek, „átbeszélhetőek” voltak. Ez viszont más problémákat eredményezett. Légvezetékes (léges) hálózatokban a vezetékek súlya miatt nőtt



meg a szigetelők és oszlopsorok mechanikai terhelése. Meleg időben a vezetékek nyúlása, „belógása” okozott gondot. Hideg időben vezetékek rövidülése miatti vezetékszakadások jelentettek hibalehetőséget. A vastagabb huzal nagyobb felületén lerakódó zúzmara, a lecsapódó vízből a jégképződés, havazáskor a hó-terhelés miatt nőtt meg a hibalehetőség. A nagyobb felületekre ható jelentős szélnyomás miatti belengés, pontosabban az abból eredő vezetékszakadás is gyakori volt. Villámcsapások is gyakran okoztak hosszabb-rövidebb idejű meghibásodásokat. A távolsági vonalaknál, de a léges lokális hálózatokban is jelentős gond volt a vezetékek közé növekvő faágak miatti „levezetés” és szeles időben a faágmozgások okozta vonalszakadás. A léges hálózatok kialakítása során komoly gondot jelentettek a fentebb említett okokból bekövetkező szigetelő törések, vezetékszakadások, oszloptörések, oszlop/oszlopsordólések, amik sok esetben nem voltak elkerülhetők. A villamos jelek szempontjából – vezetékátmérőtől függetlenül – a léges hálózatoknál a nagy felületű vonalhurok jelentős induktivitást és emiatti jeltorzítást okozott.

A föld alatt vezetett kábelhálózatok esetén a vörösréz vezetékek vonallellenállása szintén korlátozta az „átbeszélhető” távolságot. Kisebb jelentőségű volt az induktív torzítás, viszont – a vezető erek közelsége miatt – jelentősen megnőtt a kapacitív torzítás, amit az interurbán hálózatokban megfelelő távolságokban koncentrált induktivitások (Pupin-csévék) beiktatásával lehetett ellensúlyozni. Szélnyomással, oszlopterheléssel nem kellett számolni, de a kábelek fektetésénél a különböző talajtípusok újabb problémát jelentettek. A laza, homoktalajoknál a kábelárkokba befolyt homok okozott gondot, a kötött agyagos, köves, sziklás talajoknál a kábelárok kiásása volt nehéz. A távolsági nyomvonalak kitérésénél vigyázni kellett, hogy a fektetési mélység ne legyen talajművelő eszközökkel elérhető. Az erdőkben, fásításokban a gyökerek okozhattak kábelrongálódásokat. E néhány dolog is mutatja, hogy mi mindent kellett a légvezetékek és földkábelek kialakításánál figyelembe venni.

A föld alatt, a lakott településeken többnyire beton kábelcsatornában vezetett kábelek, úgynevezett papír-légűr szigeteléssel készültek, a vezető erekre nagy emelkedésű csavarvonalon cérnaszálat tekertek, majd ezt megfelelő csavarvonal emelkedéssel, a cérnával ellentétes tekeréssel irányba, átlapoltan, papírszalaggal borították. A szigetelő papír így nem ért a kábel ereihez, azt a cérna légűrrel, távolabb tartotta. A lokális hálózatokban többnyire ólom volt a kábel külső burkolata, az interurbán hálózatokban és a lokális hálózatok komolyabban veszélyeztetett részein megerősített burkolatú, úgynevezett acélpáncél kábelt használtak (nagy menetemelkedésű, kátránnyal kezelt acélszalaggal tekerték körül a kábelszerkezetet). Az ólomburkolatú, papír-légűr szigetelésű kábelek nagy meghibásodási százalékát a járművek okozta talajrezgések miatt az ólomburkolat kristályosodása jelentette. A kristályrácsok mentén megrepedt, töredezett, és emiatt sokszor beázott az ólomburkolat, ami jelentős hibákat, áthallásokat okozott. A kábel- és hálózatszerelők sokkal többet tudnának ezekről a problémákról, hibákról elmondani, leírni. Ezeket a hibalehetőségeket később a műanyagból való szigetelés jelentősen csökkentette. A műanyagok fejlődésével mind a lokális, mind az interurbán hálózatokban megjelentek a műanyag külső burkolatú és érszigetelésű kábelek, és a műanyagcsöves kábelcsatornák, amik nagyban fokozták a vezetékes hírközlő hálózatok megbízhatóságát.

Az elektroncsövek megjelenése lehetővé tette a távíró és távbeszélő jelek, jelfolyamok erősítését, zavarszűrését, jelformálását és ezzel az áthidalható távolság jelentős, mondhatni korlátlan növelését. Az erősítő állomásokat a hazai és nemzetközi távkábelek nyomvonalain is átlagosan 60km-es távolságokban kellett elhelyezni. Evvel megszületett a PTTT speciális földrajz tananyaga a Postaföldrajz és szállítószerkezet. Ez a középiskolai „normál” földrajz mellett a távíró és távbeszélő vonalak hazai és nemzetközi gerinchálózatát, az azokon elhelyezett erősítőállomásokat is tartalmazta. Emlékszem, hogy a PTTT-ben, postaföldrajzból, a hazánkon is átmenő London – Hong Kong közötti hírközlő kábel teljes nyomvonalát és erősítő állomásait ismerni kellett.

Napjainkban a távközlési jeleket digitálisan optikai (üvegszál) kábeleken továbbítják. Csak egy példa, amíg a távíró és távbeszélő hálózatok légvezetékei 3-5mm átmérőjű bronz vezetékek, a lokális és távkábel hálózatokban a vörösréz kábel erek 0,4-0,8mm átmérőjűek voltak, addig a mai optikai kábelek között vannak, amelyek kb. 0,5mm átmérőjű védőcsőben 10 optikai szál tartalmaznak és azok a védőcső kb. 1/3-át töltik ki. Egy-egy optikai szálon átvihető információ mennyiség sokszorososan meghaladja a korábbi méterenként sok kilós, érpárat, (csillag vagy DM sodrású) érnégyeseket tartalmazó kábelek lehetőségeit. A szakmai körökön kívülállók számára elképzelhetetlen az a földünkön millió tonnában mérhető fém mennyiség (ólom, réz, alumínium, bronz, foszforbronz, pakfong, ezüst, ...) és egyéb anyagok mennyisége amelyet a mai távközlési központokkal és optikai kábelekkel meg lehet takarítani. Emellett a vezetékes hírközlés minősége hatalmas javulást mutat.

### **Vezeték nélküli híradástechnika (rádiótechnika):**

Rádiózásról a vezeték nélküli szikratávírók megjelenésétől beszélhetünk. Feltalálójának három személyt is megnevez a technikatörténet. Korábban a szocialista táborban az Orosz Alekszandr **Popov**-ot, a nyugati világban Guglielmo **Marconi**-t tartották sokáig feltalálónak, de 1943-ban az Amerikai Legfelsőbb Bíróság hivatalosan Nikola **Tesla**-nak ítélte a rádió feltalálását. Azt is tudjuk, hogy Marconi már 1902-ben Morse jeleket tudott vezeték nélkül továbbítani, illetve Ő fejlesztette ki a kereskedelmi és haditechnikai értelemben is jól használható szikratávírókat. Ez viszont valószínűleg szellemi tulajdon jogtalan eltulajdonításának volt az eredménye, hisz Marconi korábban Amerikában Nikola Tesla asszisztenseként megismerhette Tesla nagyfrekvenciás kísérleteit.

A jogi részleteken túllépve, kezdetben a villám villamos rezgéseinek megfigyelése lehetett a kiindulópont. Popov „viharjelzője” még csak egy kohéreses vevőkészülék volt, amivel – antenna használatával – pár kilométer távolságról a villámlás elektromágneses sugárzását detektálta. Tesla nagyfrekvenciás kísérleteiben már megjelentek a „rádióadó” jellemzői és a vezeték nélküli energiaátviteli kísérleteiben már az adó és vevő is felismerhetővé vált. Az adó és vevőoldalon antennák használatával, összekötő vezetékek nélkül tudott villamos eszközöket, általa kifejlesztett fénycsöveket működtetni. Tesla Colorado Springsben egy rádióadó antennatorony építésébe is belefogott, de ennek megvalósítását a Marconi féle szikraadóval végzett eredményes kísérletek, pontosabban a mecénások e miatti visszalépése meggátolta. Marconi tudta a gyakorlat számára használhatóvá tenni a rádiót, a vezeték nélküli szikratávírókat.

Az elektroncsövek feltalálása után lehetővé vált az elektronikus rezgéseltetés. A jelenséget, a kondenzátorral párhuzamosan kapcsolt induktivitással (huzaltekercsel) kialakított rezgőkört, már ismerték és frekvenciaszűrésre a szikratávíróknál is használták, de folyamatos rezgést csak az elektroncsővel megvalósított pozitív visszacsatolással tudtak létrehozni. A szikratávíróknál – az antenna megjelenése után – soros rezgőköröket is használtak. A soros és párhuzamos rezgőkörök az elektronika és híradástechnika ma is használt építőelemei. Az elektroncső a műsorszóró rádióadók építését is lehetővé tette. A kezdeti időben vételre még úgynevezett detektoros vevőket használtak, amelyek tápfeszültség nélkül, a nagyfrekvenciás adójelek egyenirányításával és a nagyfrekvenciát moduláló hangfrekvenciák fejhallgatós vételével működtek. A Postakürt Alapítvány fenntartásában működő Postamúzeum Diósdai Rádió és Televízió múzeumában látható a Magyar Posta első szikratávírója, valamint az első 250W-os Huth műsorszóró rádióadója is. A vevőkészülékek között vannak detektoros, egyenes és szuperheterodin (röviden szuper) készülékek is.

A rádiózás és a hozzá szükséges eszközök gyorsan fejlődtek és lehetővé tették mind magasabb rádiófrekvenciák előállítását. A kezdeti hosszúhullámú (alacsony frekvenciás) adókat gyorsan követték a középhullámú (magasabb frekvenciás) rádióadók. Mivel egy-egy adó meghatározott frekvenciasávot igényelt és a hosszú és középhullámú frekvenciák is végesek

voltak, ezért egyre magasabb frekvenciasávok meghódítása volt a rádiótechnika kutatási, fejlesztési célja. Megszülettek a magasabb frekvenciasávban működő rövidhullámú eszközök is. A rádiójelek a fényvel azonos sebességgel terjednek, ezért velük az információtovábbítás gyors. A rádiójelek terjedésének határt szabott, hogy a rádióhullámok a fényvel analóg módon terjednek. A fényvel analóg terjedés azt jelenti, hogy árnyékolhatók. Emiatt az adóantennák sugárzási távolságát – az adóteljesítmény mellett – az adó és vevő közötti földrajzi távolság, valamint a domborzati viszonyok is korlátozzák. A hosszúhullámú és középhullámú rádiójeleket a magaslégtéri ionoszféra „elnyeli”, a rövidhullámú sugárzásra pedig tükröként viselkedik. A rövidhullámú rádiójelek az ionoszféráról, majd a föld és a tengerek felszínéről visszaverődnek és így – többszöri visszaverődéssel – nagy távolságok is elérhetővé válnak. A már említett Diósdai Rádió- és Televíziómuzeum korábban egy rövidhullámú rádió adóállomásnak adott helyet, ahonnan nagy távolságokra, pl. észak és dél Amerikába is sugároztak magyar nyelvű híreket, műsorokat. A muzeum földszinti részén, a főbejáratnál szemben a korábban ott működő 100kW-os rövidhullámú rádióadó ma is látható.

A frekvenciaigény és a technika fejlődése lehetővé tette az ultrarövid hullámú (URH), majd a mikrohullámú eszközök kifejlesztését, gyakorlatba vételét. A korábbi hosszú, közép és rövidhullámú amplitúdó modulált jelátvitelt kiegészítette a frekvencia és a fázis moduláció, ami jelentős minőségi változást hozott. Ezeknek a hullámoknak egy új tulajdonsága vált ismertté. Az URH és a mikrohullámok számára a magas-légtéri ionoszféra „átlátható, átjárható” aminek később az űrtávközlés látta hasznát.

Manapság – a digitális jelfolyamok idején – már az impulzuskód-moduláció (PCM), a kvantált, időmultiplex, csomagkapcsolt jelek átvitele a jellemző mind a vezetékes, mind a vezeték nélküli távközlésben.

Az igen magas frekvenciájú rádiójelek másik jellemzője, hogy sugárzásuk irányítható. Kezdetben ezt a nagyközönség az úgynevezett Yagi antennáknál vehette észre, amiknél nem volt mindegy, hogy az antenna milyen irányba „néz”. A jó TV és URH vétel jó és jó irányba állított antennát kívánt. A polarizációs sík is kitüntetett jellemző lett, hisz a horizontális és vertikális vevőantenna beállításnak követnie kellett az adó sugárzási irányát. Ezek megfigyelői észrevehették, hogy az ultrarövid hullámok már csak keskeny sávban terjednek. Igaz, hogy a műsorszóró adó antennák körsugárzók voltak, de a vevő antennának, megfelelő polarizációs elrendezéssel az adó antenna felé kellett néznie. Az antennák felépítésében a dipól mellett a nagyobb nyereséget (jelfeszültséget) biztosító direktor és reflektor is megjelentek. Az URH sávú vevőantennákat a működési frekvenciához kell méterezni.

Az ipari és katonai alkalmazásokban megjelentek a polarizációs síkra érzéketlen, körkörös polarizált, úgynevezett helikális antennák, amelyek csavarvonal szerű menetemelkedésűek. Ezt követték az igen szűk nyílásszöggel sugárzó parabola antennák (Yagi vagy helikális sugárzóval). Megjegyzem, hogy az adó és vevő oldalon is sugárzónak nevezzük az antennákat.

Napjainkban már sokszor hibrid rendszerekkel lehet a műsorszóró adók jeleit elérni. Ez azt jelenti, hogy többnyire központi helyen elhelyezett nagynyereségű antennákkal veszik a földfelszíni vagy műholdas rádió és TV adók jelét, majd digitálisan, erre a célra kifejlesztett kábeleken többnyire nagyobb távolságokra optikai kábeleken, majd az előfizetők közelében (pl. városok társasházaiban) az optikai kábelekhöz illesztett koaxiális kábeleken osztják el az előfizetői végkészülékek felé. A másik nagy út a műholdas információátvitel. Városokban és kisebb településeken is egyre több parabola antenna látható, amelyekkel a vevőkészülékek részére mikrohullámú, műholdas közvetítésű rádió és TV jeleket vesznek. A digitális jelátvitel teszi lehetővé azt is, hogy egyazon kábelon vagy parabola antennán keresztül kapjuk az Internet jeleket is, vagyis azokon át kétirányú összeköttetéssel tudunk E-maileket váltani, telefonálni, videó telefonálni, térképekhez jutni, útvonalterveket készíteni, ... és még sokáig lehetne sorolni a lehetőségeket, amit a számítógép és okostelefon-használók ismernek. A

korszerű rádió és TV készülékek tartalmaznak digitális/analóg átalakítót, de a kábel TV szolgáltatók többnyire felszerelnek a lakásban egy modemet (modulátor/demodulátor), és set top boxot (beltéri egység) amivel a modemig digitális jelfolyamot analóg (az emberi fül és szem által értelmezhető) jellé konvertálják és lehetővé teszik a hang és képinformációk szelekcióját. Ennek fordítottja is igaz, hisz nem csak venni tudunk hang és kép információkat, hanem továbbítani is, amit analóg/digitális eszközök konvertálnak digitálisan továbbítható jellé. A digitális átviteli lánc teszi lehetővé, hogy a kezdeti egy-két TV adó helyett ma már a rádióműsorok sokaságán túl akár több száz TV csatorna műsora és számos informatikai szolgáltatás is elérhető és nem csak a lakásunkban, hanem az okos telefonjainkkal a közterületeken is.

### **Hibrid híradástechnika (vegyes Vezetékes és Rádiótechnikai rendszerek):**

Amikor még a Diósi Rádió- és Televízió múzeum tárlatvezetője voltam, többször említettem a látogatóknak, hogy a híradástechnikának két fő ága van, ami a következő három: vezetékes híradástechnika, vezeték nélküli híradástechnika és a kettő ötvözése a vegyes, vagy hibrid híradástechnika. Ez utóbbi legjellemzőbb példája a szinte mindenki által ismert és használt mobiltelefon. A mobilunk kisteljesítményű rádiójelekkel kommunikál a legközelebbi „fejállomással”, amiket magas épületek, gyárkémények, oszlopok, ... tetején láthatunk. Általában 3 fejállomás „látja” a mobilunkat azonos időben. Ennek köszönhető, hogy mozgás közben is folyamatosan tudunk kommunikálni, mert a fejállomások közül mindenkor legalább eggyel kapcsolatunk van. A mobilunk hallgatójából hallható hang és a mikrofonja által továbbított hang két külön rádiófrekvenciás csatornát használ (duplex rendszer). Ez teszi lehetővé, hogy mobil telefonunkon egymás szavába tudunk vágni.

Az már sokaknak csodálkozásra adott okot, amikor a múzeumban a látogatóknak említettem, hogy a rádiófrekvenciás jelátvitel csak a legközelebbi fejállomásokig tart. Onnan már vezetéken, napjainkban leginkább optikai kábelen jut tovább a kapcsolást végző telefonközpontba a jel. A telefonunk tartalmazza a kommunikációhoz szükséges analóg/digitális ill. digitális/analóg átalakítókat. Ezek teszik lehetővé, hogy a beszédhangok és zenei hangok, valamint a képi információk az ember számára érthetők legyenek, de a jelátvitel mindkét irányban digitális, emiatt gyors és frekvenciatakarékos legyen.

Más probléma, hogy a mobilok használata kommunikációs frekvencia sávokat (csatornákat) igényel, amelyek a mindenkor rendelkezésre álló frekvenciákból vannak kialakítva. A véges kommunikációs csatornák minden esetben meghatározott számú egyidejű összeköttetést tesznek lehetővé. Mindenki tapasztalta, de okát csak kevesen tudják, hogy nagy terhelésű időben (pl. karácsonykor, szilveszterkor) a hívott fél foglaltat jelez, majd kiderül, hogy nem beszélt az adott időben senkivel. Az ok a rendelkezésre álló csatornák telítettsége. A szakmában dolgozók tudják, hogy egy-egy telefon kommunikációs csatorna csak 300-3400Hz közötti sávszélességű, az adó és vevő irányok miatt egy-egy összeköttetés két csatornát foglal és a kvantált, időmultiplex jelek azonos kommunikációs csatornán egyidejűleg sok, de véges számú (úgynevezett csomagkapcsolt) beszélgetés/jel átvitelét biztosítják, a csatornák mégis telítetté válhatnak. Ezek elkerülésére, csökkentésére, valamint az egyre szaporodó eszközök kiszolgálására mind újabb és újabb frekvenciasávok használata válik szükségessé. Az újabb és újabb frekvenciasávokat generációnak nevezzük és 3G, 4G, 5G-vel jelöljük. Sajnos a hozzá nem értők időnként pánikhangulatot gerjesztenek, és különféle oktalanságokról beszélnek, Odáig jutottunk, hogy az 5G rendszer bevezetésének tulajdonítják sokan a Covid pandémiát. Ennek semmilyen fizikai alapja nincs és – bocsánat a szóhasználatért – nagy marhaság! Nem árt tudni, hogy a háztartások mikrohullámú „sütői” 1000W-ot is meghaladó teljesítményűek, míg a mobil telefonok sugárzási teljesítménye – a legközelebbi fejállomástól való távolság függvényében – több fokozatban változik, de a maximális teljesítmény is csak 2W! Miért is van, hogy az 1000W-os mikrohullámú teljesítményű „mikrosütőt”, szinte minden háztartásban megtaláljuk, de a sokkal kisebb teljesítményű mobilról sok valótlanúságot terjesztenek a

laikusok? Nekem van egy szokásom: csak arról mondok véleményt, amihez értek! Jó lenne, ha mások is így tennének!

A hibrid távközlés másik jellemző példája az időben változó átviteli csatornájú összeköttetés. Ha pl. Amerikával, vagy éppen Ausztráliával, Kínával, ... beszélünk, akkor az adott viszonylatban soha nem tudhatjuk, hogy milyen átviteli csatornán van a hívó és hívott fél között kapcsolat. A lehetőségek között említhetjük a földalatti és tengerek alatti fémhuzal kábeleket, az optikai kábeleket, a mikrohullámú rendszereket, a sokcsatornás koaxiális kábeleket, de a híradástechnikai műholdakat is.

Hogy bonyolítsam a képet a valójában real time-nak tapasztalt jelek digitális csomagokban és mindig a legkevésbé igénybevett csatornán kerülnek továbbításra. Így lehet, hogy egyazon nagytávolságú összeköttetés közben a digitalizált információk (pl. beszélgetésünk) egy része koaxiális vagy optikai kábelen, egy része földi mikrohullámú rendszeren és egy része űrtávközlési rendszeren kerül továbbításra, de erről mi beszélgetés közben nem értesülünk! Ugyanez jellemző az Internet használatára is, megfejelve avval, hogy a keresőszavunkra érkezett találatok közül lehet, hogy az USA-ból, lehet, hogy Japánból és lehet, hogy a tőlünk pár száz méterre lévő szerverről származnak a válasz információk. Az átviteli utakra pedig a fentebb írtak jellemzőek ekkor is.

### **Űrtávközlés:**

Már az eddigiekben is érintettem ezt a témát. Itt annyival egészítem ki, hogy minden esetben mikrohullámú rádió összeköttetés jön létre a földi állomás és az űreszköz között. Minőségében többféle lehet. Az űrben tartózkodó asztronauták és a földi irányító központ, vagy más földi állomások között digitalizált átvitelű hang és kép összeköttetés a jellemző. Példaként említtem, hogy 2009-ben, amikor a magyar származású amerikai civil űrutas, Charles Simonyi a nemzetközi űrállomáson tartózkodott, akkor a PTTT rádióamatőr szakosztálya, Dr. Horváth László Ferenc igazgató vezetésével rádióösszeköttetést teremtett az űrállomással és interjút készített Charles Simonyival.

Amikor a PTTT-ben tanultam a szakmát, ilyesmiről még nem is álmodhattunk.

Időnként az űreszközök fedélzeti számítógépeit, irányító rendszereit felül kell vizsgálni, vagy éppen a működtető szoftvereket frissíteni, javítani kell. Ekkor is a mikrohullámú rádióösszeköttetést használják, de ezen estekben nem szükséges a digitális jeleket analóggá alakítani.

A naprendszerünkben, a Holdon, a Marson, vagy a csillagközi térben lévő kutató űrhajók, eszközei által készített fotók és videók földi állomásokra történő továbbítása is az űrtávközlés eszközeivel indítható.

### **Záró gondolatok:**

Amikor a PTTT-ben tanultam, a jelenlegihez képest a távközlés még „gyerekcipőben járt”. A technika fejlődik! Hála volt tanáraimnak a technikumban nem csak az aktuális állapot rendszereit, eszközeit tanultuk, de felkészítették arra, hogy a technikai, technológiai fejlődéssel lépést kell tartani. Életünk és munkánk az állandó tanulásról kell, hogy szóljon!

Napjaink korszerű informatikai eszközei, a számítógépek és a nemzetközi számítógépes hálózatok már lehetővé teszik bármely napszakban igen rövid idő alatt földünk bármely részére a földi, vagy világűrbeli információk elérését/továbbítását nem csak számítógépekkel, hanem okos telefonokkal is. Ifjú koromban – a TV megjelenését követően – viccként beszéltünk a videó telefonálásról, ami mára, napjaink informatikai eszközeivel, okos telefonjaival, teljességgel elfogadott, mondhatni hétköznapi dolog. Napjainkban nem az információ továbbítása, hanem az információ megfelelő védelme jelenti a nagyobb problémát. További probléma, hogy a nemzetek populációja eltérő korú és eltérő érdeklődésű, felkészültségű, így a jelenlegi átmeneti időben az idősebb korosztály, akiknek életében a híradástechnika mára már elavult

berendezései, a távíró, a géptávíró (Telex), a „tárcsás” telefon, a rádió, a katódsugárcsőves televízió, ... is kevésbé volt érthető, a korszerű távközlés, számítástechnika, informatika teljességgel érthetetlen!

Gondoljátok meg mai fiatalok! Szakmai tapasztalataim alapján biztosra veszem, hogy mire 70-80 évesek lesztek az akkori kor újabb hírközlési, informatikai rendszerei számotokra is annyira nehezen lesznek érthetőek, mint számunkra a maiak. Ne feledjétek! Ha mi nem vagyunk, a mai híradástechnikai, informatikai rendszerek sem lennének! Ti, mai friss fiatal kutatók, fejlesztők, gyártók, felhasználók, a mi vállainkon álltok. Az általunk fejlesztett eszközöket, rendszereket fejlesztitek tovább, mint ahogy az utánaatok következők is a ti vállaitokon nőnek nálatok nagyobbakká! Mi pedig elődeink vállain állva hoztuk létre a mai technikát, technológiát. Ez az élet rendje!

Nagyon sok minden nem kapott helyt a fenti anyagban. Csak példának említem a távolsági vonalak jobb kihasználására a korai időben kifejlesztett fantom és szuper fantom megoldásokat, majd a kezdeti vivőhullámú 12 csatornás analóg jelátviteli rendszereket, a vivőfrekvenciás vonalpótló eszközöket, a kiskoaxnak nevezett sokcsatornás koaxiális kábelhálózatot, stb. Mentségül szolgáljon, hogy a jelen kor hírközlése, informatikai rendszere és annak ipartörténeti múltja talán nem is írható le teljes egészében. Ennek két akadályát és célszerűtlenségét is látom:

- az egyik akadály, hogy nem lenne célszerű több ezer, vagy több tízezer oldalon minden kisebb/nagyobb részletre kiterjedő anyagot írni;
- a másik akadály, hogy – véleményem szerint – nincs olyan ember, aki a szakma minden múltbeli és jelenlegi anyagát abszolút szinten ismerné.

A célszerűtlenség meg abból adódik, hogy a szakirodalomban tematikusan, kisebb/nagyobb mértékű átlapolásokkal, időrendben egymásra épülve megtalálható a teljes ismeretanyag, amit a holnap bővíteni fog, és amiből az aktuális időszak szakembereinek csak egy-egy szűkebb részt szükséges munkájukhoz ismerni!

Mottóm: aki mindenhez ért, az valójában semmihez nem ért!

Ez a nagyon nagy ismeretanyagot igénylő, információtömeget felölelő, szerteágazó szakmánkra fokozottan igaz! Egy-egy területét viszonylag mélyen meg lehet ismerni, sőt a többé-kevésbé összetartozó részterületekből többet is, ha a gyakorlatban többen is dolgozik, fejleszt, tervez, kutat valaki, de minden részletét egy ember nem tudja úgy művelni, hogy azt teljes mélységében ismerje és abban a gyakorlatban is helytálljon. A rálátás, az elméleti alapok ismerete folytonos tanulással, nyomon követéssel szélesíthető és szükséges is szélesíteni. Ez a fejlődés, fejlesztés alapja. Talán ezért is szép, számomra és szerintem a legszebb és a legdinamikusabban fejlődő ez a szakterület!