

MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

A „MAGYAR POSTA“ MELLÉKLETE

SZERKESZTI A M. KIR. POSTAVEZÉRIGAZGATÓSÁG ALTAL KIJELÖLT
SZERKESZTŐ ALBIZOTTSÁG.

SZERKESZTŐSÉG CÍME: RÁKOSI GYÖRGY M. KIR. POSTAFŐMÉRNÖK
IX., PÁVA UCCA 10. — TELEFON: 35—3—51.

TARTALOM :

Kisfalvy Alajos: A „Nemzetközi áramkör“ végpontjainak meghatározása. — *Sárosszabó József*: Hatszámjegyes rendszerre való áttérés a budapesti távbeszélő hálózatban. — *Zelinka Alajos*: Átviteli szint mérése. — *Felsővályi János*: Tartó kötél nélküli légkábel.

A „Nemzetközi áramkör“ végpontjainak meghatározása.

Irta: KISFALVY ALAJOS m. kir. p. műszaki tanácsos.

Définition des extrémités du circuit international.

Par Alois Kisfalvy, conseiller technique des Postes Royales Hongroises.

Résumé: L'auteur commente les avis du CCIF concernant la définition des extrémités conventionnelles en transit du circuit international. En donnant quelques exemples, il souligne l'importance de cette question au point de vue de la distribution de l'équivalent de référence dans une communication téléphonique internationale.

Egy teljes nemzetközi távbeszélő összeköttetés (nemzeti adó rendszer + nemzetközi áramkör + nemzeti vevő rendszer) legkedvezőtlenebb átviteli egyenértékét a CCIF legutóbbi ajánlásai (Fehér könyv II. kötet) 4.6 néperben szabják meg.

Ez az érték nem tévesztendő össze a még érvényben lévő s tisztán az átvivő berendezésre (összekötő áramkör készüléktől-készülékig) megengedett 3.3 néper üzemi csillapítással. Ugyanis a 4.6 néperes átviteli egyenérték egy viszonyszám, mely a CCIF SFERT etalonjára vonatkozik s ebben már az összeköttetésben résztvevő készülékek mikrofonjának és hallgatójának hatásfoka is tekintetbe van véve.

A 4.6 néperből 0.3 néper esik (800 Hz-nél) magára a nemzetközi áramkörre, mely értékből — az üzem elkerülhetetlen ingadozásai miatt, -- még ± 0.2 néper eltolódás engedhető meg. Végeredményben tehát a nemzetközi áramkör legkedvezőtlenebb átviteli egyenértéke 0.5 néper lehet. Ez a határérték betartandó akár több részből (max. 3) kapcsolódik össze a nemzetközi áramkör, akár egyetlen közvetlen vonalból áll.

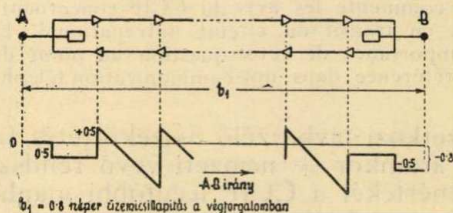
Az összeköttetés másik két részére, vagyis az adó és vevő oldalra, legkedvezőtlenebb esetben 2.3, illetve 1.8 néper esik. Ezen értékeknek az egyes belföldi alkotó-elemek (előfizetői készülék, helyi és helyközi központok, hazai áramkörök) közötti szétosztására a CCIF az igazgatásoknak szabad kezét adott. Hogy egy igazgatás ezt a szétosztást he-

lyesen végezhesse, vagyis hogy egy nemzetközi viszonylatban is kifogástalan hazai áramkört építhessen vagy rekonstruálhasson, ismernie kell az összeköttetés középső részének, azaz a „nemzetközi áramkörnek“ elméleti kiinduló, illetve végpontját. Meghatározásukra a CCIF legutóbbi, budapesti összlülésén adott első ízben útmutatást, melyet néhány magyarázó szóval az alábbiakban ismertetünk:

Egy „nemzetközi áramkör“ átviteli egyenértéke nem más, mint az egész nemzetközi távbeszélő összeköttetés teljes átviteli egyenértékének az a része, amely a nemzetközi áramkör megegyezéssel kiinduló pontjától („A“), ugyanezen áramkör megegyezéssel végpontjáig („B“) terjedő vonalrészre esik. Az „A“ és „B“ pontok (Extrémities conventionnelles en transit du circuit international, Vereinbarter Anfang und Ende der zwischenstaatlichen Durchgangsleitung) közötti rész, azaz maga a nemzetközi áramkör általánosságban úgy határozható meg, hogy az mindazon összeköttetések összessége, melyek két szélső s a nemzetközi távbeszélő átvitelben résztvevő határ-kicserélő hivatal (röviden: NHK hivatal, bureaux têtes de ligne international extrêmes, äußerste Grenzausgangsanstalt) közé esik.

Az „A“ és „B“ pontok meghatározása a következőképpen történik:

1. Ha az említett NHK hivatalokon átmenő nemzetközi összeköttetésben nincsen zsinórerősítő vagy végerősítő beiktatva, akkor az „A“ és „B“ pontok összeesnek az áramkörnek a hivatalban lévő végződéseivel (kapcsaival). Ezt az esetet tehát úgy tekinthetjük, mintha a két NHK hivatal csak végforgalomban venne részt. (1. ábra.)



1 ábra

2. Ha az említett hivatalokban — akár műcsillapítás kiiktatása, akár zsinórerősítők bekapcsolása útján — a nemzetközi áramkörön átmenő beszédáramokat felerősítjük, akkor ezekben a hivatalokban az átmenő forgalomnak megfelelő megegyezéssel végpontokat úgy kapjuk meg, hogy az előbb említett, végforgalomnak megfelelően behatárolt, nemzetközi áramkör végszillapításából a mindkét végre egyenlően elosztandó erősítés-részt (s_0 , partie de gain) levonjuk.

Egy-egy végre esik tehát:

$$s = \frac{s_0}{2} = \frac{1}{2} (b_1 - b_2)$$

b_1 a mindkét végén végforgalomra (service terminal, Endverkehr) használt nemzetközi áramkör üzemi vagy végszillapítása,

b_2 pedig a mindkét végén átmenő forgalomra (service de transit, Durchgangsverkehr) használt nemzetközi áramkör végszillapítása.

A műcsillapítás kiiktatásával történő felerősítés esetén a végpontok meghatározását a 2. ábra szemlélteti.

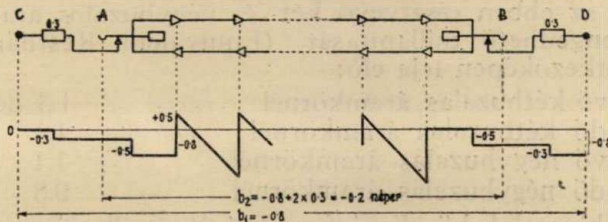
Ebben az utóbbi esetben

$$b_1 = -0.8 \text{ néper}$$

$$b_2 = -0.8 + 2 \times 0.3 = -0.2 \text{ néper}$$

$$s = \frac{s_0}{2} = \frac{1}{2} (b_1 - b_2) = \frac{1}{2} [-0.8 - (-0.2)] = -0.3.$$

Vagyis végforgalomban a nemzetközi áramkör megegyezései végpontjait a „C” és „D” pontok, átmenő forgalomban pedig az „A” és „B” pontok határozzák meg.



2. ábra

Zsinórerősítők a nemzetközi áramkör mindkét végén való bekapcsolásánál az erősítés egyik részét a tb. összeköttetés nemzetközi, másik részét a belföldi szakaszához kell hozzá számítanunk. Ezt egy számszerű példával megvilágítandó, vizsgáljuk egy Liverpool—Szeged-i nemzetközi összeköttetés esetét. Legyen a Budapest—London-i nemzetközi áramkör végszillapítása -0.8 néper, a Budapest—Szeged belföldi áramköré -1.2 néper, a nemzetközi áramkör angliai végéhez csatlakozó London—Liverpool-i belföldi áramkör végszillapítása pedig -1.0 néper. A három áramkör összekapcsolásából eredő Liverpool—London—Budapest—Szeged összeköttetés esetén, a budapesti és londoni zsinórerősítő erősítése egyenként $+1$ néper. Tehát

$$-1 - 0.8 - 1.2 + 2 \times (+1) = -1 \text{ néper}$$

lesz a végszillapítás Liverpool és Szeged között.

Az átmenő forgalmat lebonyolító nemzetközi áramkör egyik megegyezési végpontja tehát Londonban, míg a másik Budapesten lesz és pedig mindkét helyen a zsinórerősítők egyenként $+1$ néperes erősítésébe fog beleesni oly módon, hogy például mindkét oldalon 0.3 népert, tehát összesen 0.6 népert a Budapest—London-i nemzetközi áramkör csillapításából, a fennmaradó $0.7 - 0.7$ népert pedig a Budapest—Szeged-i, illetőleg a Liverpool—London-i belföldi áramkörök végszillapításából kell levonni.

Ily módon meghatároztuk, hogy az „A” pont a budapesti zsinórerősítőnek $+1$ néperes erősítése mentén van, a „B” pont viszont a London-i zsinórerősítő ugyanilyen értékű erősítésén belül fog feküdni. „Nemzetközi áramkör”-nek tehát az egész összeköttetés „A” és „B” pont közötti részét kell tekintenünk s a teljes átviteli egyenértéket ennek figyelembe vételével osztjuk szét. A budapesti és londoni zsinórerősítőknek a $+1$ néper értéken felüli erősítés-része mint mondtuk,

az összeköttetés magyar, illetve angol belföldi rész-csillapításából vónandó le.

3. Abban az esetben, ha a nemzetközi áramkörnek csak egyik végén lévő NHK hivatalban használunk erősítőt, akkor

$$s_0 = s = b_1 - b_2$$

hol b_2 olyan nemzetközi áramkör üzemi vagy végesillapítása, mely egyik végén végforgalomban vesz részt.

Ha például $b_1 = -0.8$ néper

$$b_2 = -0.55 \quad ,$$

$$s = -0.25 \quad ,$$

Az előbb említett végforgalmat illetőleg meg kell még jegyeznünk, hogy a CCIF az ebben résztvevő két- és négyhuzalos áramkörök legnagyobb megengedhető csillapítását (Equivalent, Restdämpfung) 800 Hz-nél a következőképen írja elő:

meglévő kéthuzalas áramkörnél 1.3 néper

építendő kéthuzalas áramkörnél 1.1 „

meglévő négyhuzalas áramkörnél 1.1 „

építendő négyhuzalas áramkörnél 0.8 „

Az NHK hivatalok körüli végforgalmi zónát illetőleg pedig a CCIF a nemzeti adórendszerre maximum 1.9 néper, a nemzeti vevőre pedig 1.4 néper átviteli egyenértéket ajánl. A zóna határait pedig az a felétel szabja meg, hogy a benne levő előfizetőket lehetőleg egy közvetlen áramkörön hozzuk be a NHK központba.

Hatszámjegyes rendszerre való áttérés a budapesti távbeszélő hálózatban.

Irta: SÁROSPATAKY JÓZSEF m. kir. postamérnök.

Transition au système de numérotage à six chiffres dans le réseau téléphonique automatique de Budapest.

Par Joseph Sárospataky, ingénieur des postes.

(Befejező közlemény.)

Az ikerállomásoknak ismertetett s a jelenleginél lényegesen gazdaságosabb bekapcsolási módjának költségei szempontjából való megítélésénél tekintetbe kell vennünk úgy a regiszterek átalakításának költségét, mint az ikerpáros szolgálatú I. híváskereső és vonalválasztó csoportok átalakítási, illetőleg berendezési költségét.

A regiszterek átalakítási költségének csak azt a részét vehetjük számításba, ami az ikerszolgálat megvalósítása miatt merült fel, mert maga a hatszámjegyes rendszer átalakítási költsége az előre kijelölt regiszterenkénti két jelfogóval előbb-utóbb úgyis szükségessé vált volna

Hibaigazítás. A cikk első közleményében (lapunk 2. számában a 27. oldalon alulról a 12. sorban) 6—7 másodperc $\frac{1}{2}$ azaz hatheted másodpercre javítandó.

s így nem lenne indokolt e költséggel az ikerpáros rendszerű ikerállomások berendezési költségét megterhelni. Az ikerszolgálatos regiszter átalakítási költségeit az egész hálózatra, a helyi és interurbán regiszterekre együttesen 65.000 P-re becsülhetjük, s ha óvatosan csak 13.000 ikerállomást tételezünk fel (jelenleg 10.000-nél valamivel több van), úgy egy ikerállomást ebből 5 P berendezési költség terhel.

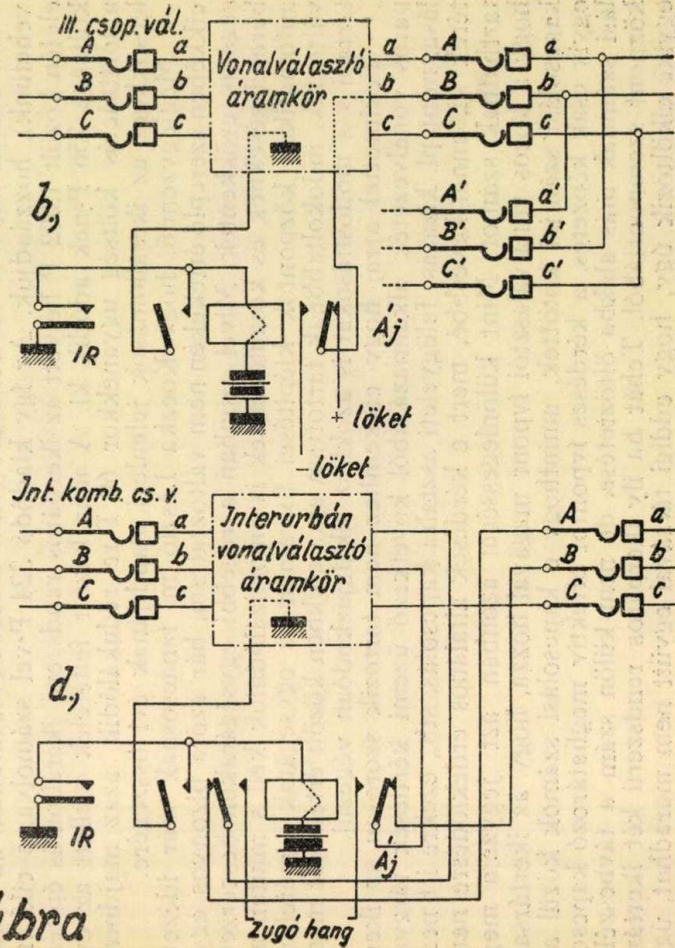
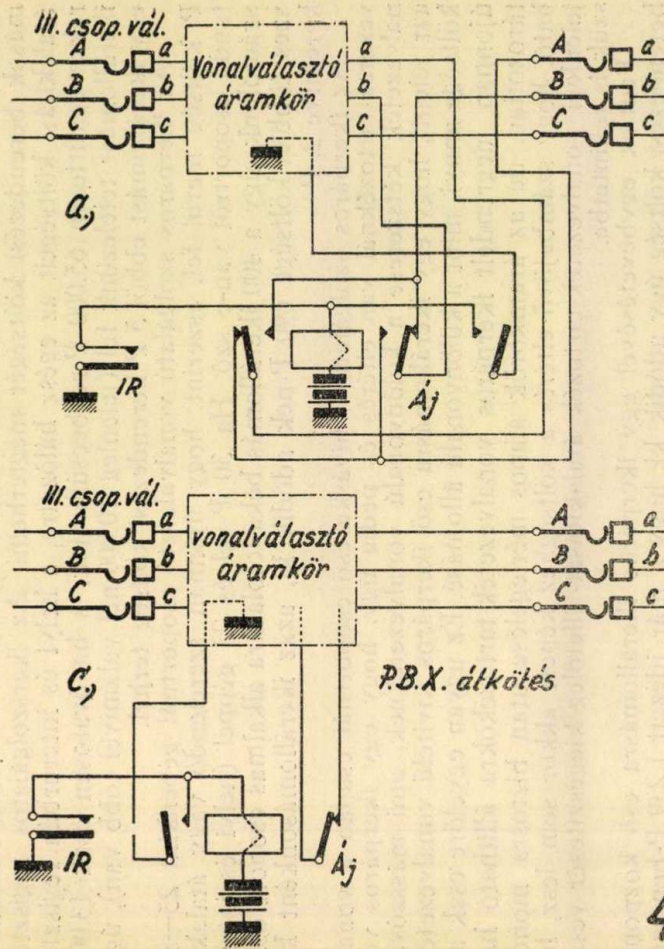
Az ikerpáros szolgálatú vonalválasztó csoportnál gépenként 25—30 P költség merül fel, aszerint, hogy újonnan szerelendő vagy átalakítandó csoportról van-e szó. Ha 30 P-vel és 23 géppel (helyi és inter) számolunk, úgy a 400 ikerállomás bekapcsolására alkalmas csoport összes többlet-költsége 690 P-nek adódik ki, azaz ikerállomásonként kikerekítve 2. P

Az ikerpáros szolgálatú I. híváskereső csoportnál csupán a vonalvezeték-tartozéknál van eltérés és pedig úgy, hogy egy ikerpáros vonalvezeték kétszerese a különvonalú vonalvezetéknek, ami másszóval azt jelenti, hogy egy ikerállomásra eső ikerpáros kivitelű vonalvezeték költsége annyi, mint a különvonalú állomásé. Ez ugyan egyelőre csak az újonnan megrendelt ikerpáros vonalvezeték-tartozékokra állítható határozottan, de az áramkörök alapos mérlegelése után biztosra mondható, hogy számbajövő eltérés a költséghez képest akkor sem lesz, ha jelenlegi vonalvezeték-tartozék átalakítását-illetőleg kiegészítését vesszük is tekintetbe.

Fentiek egybevetésével egy ikerpáros ikerállomásra eső központi berendezési költség úgy adódik ki, hogy a már idézett 1.239 P-ben szereplő 570 P-t kettővel elosztjuk s ehhez fenti 5 és 2 P-t, továbbá egy vonalvezeték-tartozék fél költségét (amit a régi egységárákkal 32 P-nek vehetünk), hozzáadjuk. Az így kiadódó 324 P-vel számolva, a cikkem elején közölt 1.002 P helyett az ikerpáros rendszerű ikerállomás építési költsége 756 P-nek adódik ki. A már közölt feltételek mellett az évi amortizációs költség ugyanekkor 69 P-re redukálódik, azaz majdnem lecsökkent az ikerállomások jelenlegi alapidójának évi összegére.

Megjegyzendő, hogy Koczka László m. tanácsosnak már idézett cikkében szereplő értékeken nem változtattam, bár azóta bizonyos egységárák csökkentek. Mivel azonban a régebbi egységárákon beszerzett berendezéseknek és készülékeknek is amortizálódniuk kell s miután az automatikus központok kiépítései folyamán az egységárák ismételtén változtak, indokoltabbnak tartottam ama cikkben közölt értékeket megtartani s a módosításokat is azokhoz alkalmazkodóan végezni.

Tekintettel arra, hogy cikkemhez nem tartozik szorosan az ikerpáros vonalvezeték alkalmazásából következő üzemi kérdések tárgyalása, mint pl. kizárás, felügyeleti asztalra kapcsolás, stb., ezekre itt nem térek ki, annál kevésbbé, mert e kérdések általános érdeklődésre nem tarthatnak számot. Mint különlegességet azonban azt jegyzem meg, hogy a közös vonalválasztói ívpont magával hozza, hogy az ikertársak kapcsolási számjai kötöttek, aminthogy e kapcsolási számok közül az egyik csak képzetes, a kérdéses ívpontot effektív meghatározó kapcsolási számnak más alakba öltöztetése, de nem külön szám a távbeszélő központ szempontjából. Tehát ha ily ikerpáros rendszerű két ikertárs egyike elköltözik úgy, hogy eddigi társával együtt nem maradhat, úgy számját még akkor is meg kell változtatni, ha ugyanazon központ kör-



4. ábra

zetén belül marad s viszont a helyébe jövő ikertársnak csakis az elköltözött társ volt számját lehet adni. Ez azonban az eddigiekből önként következik s az elköltözött ikertárs kapcsolási számjának rövid időre felügyeleti asztalra kapcsolásával a probléma elintézhető.

Végül legyen szabad a 4. ábra kapcsán megoldásom áramköri vázlatát úgy az ikerállomásokkal, mint más problémák megoldásával kapcsolatban bemutatni.

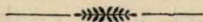
Az a) al-ábra az ikerállomások ismertetett megoldását mutatja. A vonalválasztó áramkör csak jelképesen van ábrázolva, tőle különállóan azonban fel van tüntetve úgy az IR ikerrugópár, mint az Áj átváltó jelfogó.

A b) al-ábra a négyes ikerállomások szelektív felszengetésének oly megoldását mutatja, melynél a négy állomás számára két vonalválasztó ívpont vétetik igénybe s melynél az átváltó jelfogó a csengető áram fajtát változtatja. A csengető áramot — úgy, amiként az az automata központok legelső kiépítésénél is tervezve volt, — a csengető gép által termelt egyfázisú áramból nyert + és — löketű áramoknak tételeztem fel, melyeket vagy az egyik, vagy a másik ágra bocsátunk ki, miáltal a négy különböző kombinációt megkapjuk.

A c) al-ábra a P. B. X. keresés megszüntetésének rendkívül egyszerű módját mutatja. Az átváltó jelfogó itt azt a vezetéket szakítja meg, mely az áramkör P. B. X. működésének feltétele. Tehát ezen az ábrán átalakított P. B. X. vonalválasztó áramkör 3-as resp. 4-es százezres esetén megszűnik P. B. X. működésű lenni. Tehát egy e csoportba kapcsolt P. B. X. sorozat bármely tagja, — ha a százezres számjegyet 3-mal, illetőleg 4-gyel cseréljük fel, — megadható, mint éjjel hívható szám, ami eddig csak külön komplikált berendezéssel, fojtó tekercsekkel, lámpákkal, átváltó kulcsokkal stb., volt elérhető. Célja egy vonalválasztó csoport ily átalakításának természetesen csak akkor volna, ha több sorozatnál merül fel a kívánság, hogy egynél több fővonalat lehessen éjjeli kapcsolásra kijelölni.

A d) al-ábra azt az esetet mutatja, midőn egy vonalválasztó csoportba tömörítjük ama állomásokat (pl. Matart-fülkék), melyeknél meg akarjuk akadályozni, hogy interurbán beszélgetést folytassanak. Ekkor 3-as, resp. 4-es százezres esetén az átváltó jelfogó a hívott vonalával nem ad kapcsolatot, hanem a kezelőt egy zúgó hangot adó áramforráshoz kapcsolja. Természetesen csak az interurbán vonalválasztók lennének ez esetben az ábra szerint átalakítva. Az ugyanazon vonalválasztó csoportba kapcsolt ama előfizetők, kik interurbán beszélgetést folytathatnak, 1-es és 2-es százezresrel kezdődő kapcsolási számmal bírnának s interurbán felhívhatóságukat az átalakítás nem érinti.

Ezek után még ez alkalommal is hálás köszönetemet fejezem ki Gyurgyik Béla kollégámnak, ki megoldásom kísérletezésénél s az áramköri részletek kidolgozásánál hathatós segítségemre volt.



Átviteli szint mérése.

Irta: ZELINKA ALAJOS m. kir. posta s.-mérnök.

Mesurage du niveau de transmission.

Par Alois Zelinka, aide-ingénieur des postes.

Résumé: Test de circuits à grande distance et artificiels avec mesurage de l'équivalent de transmission et du niveau. Exécution du mesurage avec l'hypsographe. Principe de fonctionnement de l'hypsographe.

A hang, a beszéd közvetítésére szolgáló elektromos utak gazdaságosabb kihasználása és a mindinkább növekvő távolságok áthidalásának szüksége az eddiginél tökéletesebb, de komplikáltabb berendezésű áramkörök alkalmazását tette szükségessé. Amily mértékben komplikálódott maga az áramkör felépítése, ugyanoly módon fokozódott és elemzőbbé vált annak kifogástalan hangközvetítés szempontjából való ellenőrzése.

Az egyes, négypólusú elemek összekapcsolásából létesült nagytávolságú vagy műáramkörök egyes szakaszainak — vezetékének — jó állapotát egyenáramú méréssel ugyan egyszerűen és rövid idő alatt elvégezhetjük: az egész áramkör kielégítő hangátvitelére azonban egyenáramú mérésekből alig, vagy egyáltalában nem következtethetünk. Az átviteli ellenőrzésére ezért más módot és eszközöket kellett kidolgozni.

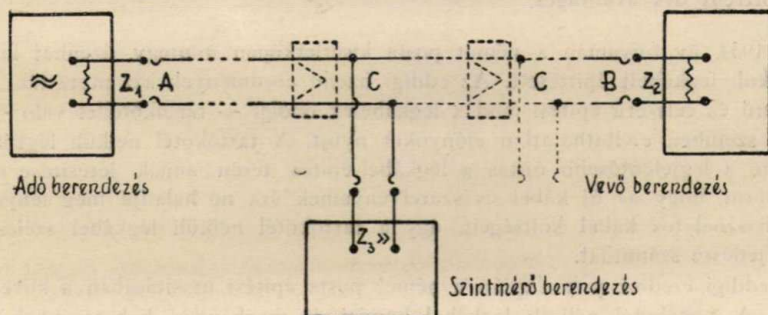
Legközelebb eső gondolat az volna, hogy távbeszélő áramköröknél a beszédet, rádióközvetítő áramköröknél átviteli ellenőrző mérés céljára a beszédet és a zenét magát használnánk fel. A beszédnek vizsgálatra való felhasználása — azt lehetne mondani, — épp oly régi módszer, mint a távbeszélő. Az „átbeszélés“, a „halló, hogy hall engem?“ annyiszor elhangzó kérdésre adott válasz, vagy a rádióközvetítéseket megelőző ú. n. próbaadás alkalmával végzett „rábeszélés“ gyors, de csak megközelítő képet ad az áramkör átviteli viszonyairól. Bizonyos határon belül a gyakorlott fül ugyanis az átviteli minőség (qualitás) iránt meglehetősen érzékeny, azonkívül képes a hangerő megközelítő megítélésére. Azonban amellett, hogy e két átviteli tulajdonság megállapítása nagyon függ a vizsgálatot végző egyéni érzékétől, a beszéd és zene változó dinamikája, térbeli elhelyezkedése, komplikált többszörös rezgésű összetétele igen nehezíti az abszolút objektív mérésre való felhasználásukat, melyeknek eredményei egymás között közvetlen összehasonlítással szolgálhatnak.

Ezért a beszéd, illetőleg zene közvetlen mérése helyett a beszéd, illetőleg zene hangelemeit alkotó egyes rezgéseit, helyesebben az áramkörön átvitel alkalmával a hang elemi rezgéseinek egyértelműen megfelelő egyes elektromos frekvenciáit használjuk fel. Az elektromos frekvenciának felhasználása egész külön tanulmányon alapult, melynek célja volt megállapítani, hogy a különböző frekvenciák milyen súllyal és mértékben szerepelnek a beszédben és jelenlétük, vagy hiányuk milyen befolyással bír a beszéd érthetőségére; ez határozza meg azután azt a frekvencia-sávot, melyet adott esetben az áramkörnek át kell tudni vinni, tehát amelyekre vizsgálatkor ki kell terjeszkedni. Távbeszélő-áramköröknél a mérés — az idő megtakarítása céljából — gyakran csak egy ú. n. közepes frekvenciával történik, mert feltételezik,

hogy az átvendő frekvencia-sávon belül mindegyik frekvencia közvetítése ugyanolyan mértékben torzításmentes.

A mérések egyöntetű keresztülvitele és a mérés eredményeinek azonos alapokra való vonatkoztatása céljából a nemzetközi tanácsadó bizottság — a C. C. I. F. — nemcsak az egyes fogalmak definícióját és alapegységét határozta meg, hanem a tapasztalatokból leszűrt legkedvezőbb adatok és tanulmányok alapján a mérés módszereire bizonyos irányelveket dolgozott ki, az alkalmazott műszerek tulajdonságaira és az áramkörök átviteli adataira; továbbá megállapította eme adatok megengedhető eltéréseinek határát (toleranciák).

A C. C. I. F. ajánlása szerint az áramkörön végzett átviteli mérés: 1. a teljes áramkörön, vagy annak egy szakaszán mért átviteli egyenérték (végszillapítás), 2. az áramkör mentén a végpontok közé eső valamely pontban végzett átviteli szint- (nívó) mérésből áll.



1. ábra.

A mérés oly módon történik, hogy adóberendezéssel (generátorral) az áramkör elejére (1. ábra, A pont), a kívánt frekvenciájú és nagyságú mérőáramot kapcsoljuk. Az áramkör kijelölt v. tetszőleges (esetleg több közbenső pontjában (C pont) — pl. erősítő után — szintmérő (nívómérő) berendezéssel az e pontban fellépő átviteli szintet állapítjuk meg és ugyanakkor az áramkör B végpontján vevőberendezéssel átviteli egyenértéket (végszillapítást) mérünk.

Minthogy az ellenőrzést rendszerint mindkét irányban kell elvégezni és nagyobb állomáson, vonalfelügyeleten mind a három eset előfordul, az erre szolgáló műszereket egyesítve összeépítik.

A régebbi típusú műszereken a frekvencia beállítása indukciós tekercsek és kondenzátorok kombinatív beállításával történt tárcsák és kulcsok útján, tehát az egyes frekvenciák nem folytonosan, hanem lépcsősen következtek egymás után. Minden egyes frekvencia értékét adás előtt be kellett állítani. A mérő-műszereket pedig egy helyi generátorral mérés előtt hitelesíteni kellett. Érthető ezek után, hogy e mérési mód nehézkes és hosszadalmas. Több frekvenciával végrehajtott mérés egy-két órát is igénybe vett, különösen, hogy a távbeszélő áramkör átviteli értékeit korrigálni kellett. Rádióáramkör beállítása meg éppen napokig eltartott. Emellett a mérések hézagos eredményt adtak, minthogy csak bizonyos egymás után lépcsősen következő frekvenciákat állíthattunk elő.

(Folytatjuk.)

Tartókötél nélküli légkábel.

B. Ulemann (Berlin), a „Schwachstrom Bau- und Betriebstechnik“ c. folyóirat 1935. évi 4., 5., 6. számaiban megjelent közleménye alapján ismerteti:

FELSŐVÁLYI JÁNOS m. kir. posta s.-mérnök.

Câble aérien sans corde de support.

Par Jean Felsővályi, aide-ingénieur des postes, à la base d'un essai par B. Ulemann (Berlin), paru dans les nos. 4, 5 et 6 de la revue „Schwachstrom-Bau und Betriebstechnik“, année 1935.

Résumé: L'auteur fait connaître la construction des lignes d'essai construites avec des câbles aériens sans cordes de support commandés par l'Administration des postes allemandes, les types de câble et équipements utilisés. Les résultats pratiques ont démontré que dans certaines circonstances les câbles aériens sans cordes de support offrent des avantages.

Az 1934. év folyamán a német posta kísérletképen mintegy tizenhat km. tartókötél nélküli légkábelt építtetett. Az eddigi üzemi eredmények azt mutatták, hogy ez az egyszerű és célszerű építési mód a légkábelek eddigi — tartókötéllal való — építési módjával szemben elvitathatatlan előnyöket nyújt. A tartókötél nélküli légkábel minden esetre a legjelentősebb újítás a légkábel-építés terén annak létesítése óta s ha sikerül elérni, hogy az új kábel és szerelvényeinek ára ne haladja meg lényegesen a jelenleg használatos kábel költségeit, úgy a tartókötél nélküli légkábel széles körben való elterjedésre számíthat.

Az eddigi eredmények alapján a német posta építési utasításában a következőket mondja: „A tartókötél nélküli légkábel kémiai és mechanikai behatásokkal szemben ellentállóbb, mint a csupasz légkábel. Ezért különösen olyan vonalakra alkalmas, ahol a vonal tartósan, a vonalra merőleges, szél által veszélyeztetve van. Továbbá azok a vonalak jönnek a tartókötél nélküli légkábel építése szempontjából számításba, ahol a helyi körülmények nagy feszítávolságokat követelnek, valamint azok a vonalak, ahol rendkívüli esések nagy feszítávolságokkal szerepelnek.“

A tartókötél nélküli légkábel alapján véve nem új, mert a Siemens és Halske Rt. már 25 éve épít ilyen kábeleket Svájcban és Németországban, a legnehezebb terepviszonyok mellett s így a kábelek használhatóságához már nem fér kétség. Hogy a német posta ezzel szemben csak legújabbban foglalkozik tartókötél nélküli légkábelek építésével, annak az az oka, hogy a fent említett kábelek kizárólag erőművek távbeszélő összeköttetéseit szolgálták, azok építése s szerelvényeik annyira erőre voltak méretezve, hogy postai célokra szóba sem jöhettek. A kábelek vezetése többnyire vasszerkezetű oszlopokon történt. Építésükre jellemző adatok: legnagyobb feszítávolság 335 m., legnagyobb magasságkülönbség két oszlop között 134 m., 48°-os esési szöggel. Az építéshez használt kábel szokásos ólomkábel, mely egysoros szelagvas s ezenkívül drótpáncéllal birt. A felfüggesztés speciális, hosszirányú lengést megengedő, kengyelekkel történt, melyeken a kábel szilárdan meg volt fogva. Építésük hasonló a nagyfeszültségű távvezetékek építéséhez.

A tartókötél nélküli légkábel kivitelezésére a fenti típusú páncélos kábelen kívül sok más megoldást javasoltak. Voltak szabádmak, melyek a tartókötelet az ólom külső felületéhez erősítik, a kábellel közös ólomköpenybe foglalják, sőt úgy szerkesztik a kábelt, hogy a tartókötél a kábel magját képezi. Mindezek gyakorlatilag nem váltak be. Egyedüli megoldásnak látszik a fent leírt, vagy ehhez hasonló páncélos kábel. A tartókötél nélküli légkábel szélesebb körben való alkalmazásához még az szükséges, hogy

az eddig épített kábelek szerelvényeik szerkesztési elveit megtartva, azokat úgy konstruáljuk át, hogy könnyebb építési viszonyok között is megfeleljenek s ezáltal árban is versenyképesek legyenek a tartókötéllel épített légkábelekkel.

1932-ben a Siemens-cég első ízben épített az „Ilse” szénbánya társaság rendelkezésre tartókötél nélküli légkábel, mely átlagosan 50 m-es távolságban állított faoszlopokra feszítettet. A vonal hossza 1050 m., az épített kábel 10×2/1 típusú. Az építés a német posta képviselőjének a jelenlétében történt. Az oszlopok 4 áramkör szerelésére alkalmas vas keresztartókkal voltak eredetileg felszerelve s ezekre történt a légkábel tartó kengyelek felerősítése oly módon, hogy a kábel hossz- és keresztirányban lenghessen. Maga a szerelés két lépésben történt: a kábelt először az oszlopokra ideiglenesen felszerelt vezetőcsigákra húzták ki, s miután azt már a megfelelő belógásokra beszabályozták, emelték fel s erősítették meg a tartó kengyelekben. Élesebb töréspontokon, útkeresztezéseknél s idegen vezetékekkel való keresztezéseknél lehermentesítő kengyeleket alkalmaztak, hogy a kábel esetleges megcsúszása elkerültesse. A kábel 1 km-ére vonatkoztatott szerelési munka, az összes mellékmunkákkal együtt 111 munkaórát igényelt, szemben a postaigazgatóság által ugyanazon a vonalon építendő tartókötéles légkábel építésére megadott 233 munkaórával. A munkabéren való megtakarítás ellenére is, az összes kiadások meghaladták a tartókötéllel épített légkábel költségeit. A gazdaságosság megítélésénél azonban figyelembe kell vennünk a létesítmények fenntartási költségeit s azok élettartamát is.

A tartókötél nélküli légkábel építése terén elért eredmények hatására a német posta kísérleti vonalak építésére határozta el magát. Ennek a célnak a megvalósítására az 1934. évben mintegy 16 km. vonal építését rendelte meg a Siemens és Halske Rt. és a Felten és Guillaume Rt. cégeknél. A két cég által szállított kábelek, a szerelvények s azok beépítési módja különböztek egymástól s így az elbírálás tárgyilagosságának megőrzésére a kísérleti szakaszokat úgy osztották meg, hogy mindkét cég hasonló helyi viszonyok között dolgozhatott.

1. A Siemens-cég építési módja.

A fentiekben elmondottakkal való kapcsolat megtartása céljából nézzük először a Siemens és Halske cég által 7 szakaszban, cca. 10 km. összhosszban épített kísérleti vonal építését.

A kábel az ólomköpenyig megfelel a német posta eddig használt kábeleire vonatkozó előírásainak. Az ólomköpeny falvastagsága az első kísérleti kábeleknel ugyanolyan volt, mint a közönséges légkábeleknel ez szokásos, a későbbiek folyamán azonban ezt a földalatti kábeleknel szokásos értékekre csökkentették; ugyanígy az ólomköpeny óntartalmát az eredeti 3%-ról 2,5%-ra szállították le. Az ólomköpenyre egy masszából, papírból és vászonszalagból álló réteg kerül, amire viszont egy 15 mm. széles s 0,35 mm. vastag horganyzott acélszalag nyitott spirál alakban van felcsavarva. Közvetlenül az acélszalagra kerül a kábel drótpáncélja, mely 40 kg/mm² szilárdságú ónozott acéldrótokból áll, 2—3 mm. drótmérvével, a kábel átmérője szerint. (1. ábra.) A gyártott kábelek 10—100 érpárosak; 0,6 és 0,8 mm. érátmérővel s ennek megfelelően 1,2—1,6, illetőleg 1,3—1,8 mm. ólomköpeny falvastagsággal készültek.

A kábel felfüggesztése kengyellel történik, mely vagy keresztartóra, vagy az oszlopba fúrt órsóra van úgy felfüggesztve, hogy a kábel a kengyellel együtt könnyen leemelhető. A kengyel minden irányban lengéseket végezhet, a kábel pedig úgy van megfogva a kengyelben, hogy normális viszonyok között el nem csúszhat, csak ha abnormális erőhatások (pl. oszloptörés) lépnek fel, akkor csúszhatik meg. A kábel ki-

induló és végpontjainál, valamint az élesebb töréspontokon feszültségmentesítő kengyelt használnak, mely a kábelt — a drótpáncél eltávolítása nélkül, — szilárdan befogja s a húzást az oszlopnak adja át.

A kábelek összekötése két oszlop között is bárhol történhetik, ami nagy hulladék-megtakarítást jelent. A kötés kivitele a következő: az egymást átlapoló kábelvégeket a drótpáncéllal együtt kúpos fúráttal bíró hüvelyekbe fogják be; a hüvelyeket két félből álló hengeres összekötő tagokkal kötik össze, melyek így a húzást a két kúpos hüvely között közvetítik, a normális ólomkarmantyúval ellátott kötést pedig tehermentesítik s egyszersmind óvják a külső behatásoktól. Ha a kötés oszlopra kerül, akkor a kötés tehermentesítését a fentebb leírt 2 db feszültségmentesítő kengyel végzi, melyek egyúttal a kábel felfüggesztését is szolgálják. A már kifeszített kábelén bárhol kötés lehet közbeiktatni (hibaelhárítás) egy speciális szerkezet segítségével, mely összehúzza a kábelvégeket s lehetővé teszi egy normális, fentebb leírt kötés beiktatását.

A kábel kihúzása cserélhető fabetétes s golyóscsapággal ellátott csigákon történik.

A kísérleti szakaszok kijelölése úgy történt, hogy azokon a légkábel-építés szempontjából nehézségeket támasztó körülmények: állandó erős szélnek kitett szakaszok, sok töréspont, nivódifferenciák, minél nagyobb számban előforduljanak s így ha a legkedvezőtlenebb körülmények között épült vonal megfelel a követelményeknek, úgy az eredményeket általánosítani lehet a posta teljes hálózatára. A Siemens és Halske cég által épített 7 szakasz közül az első, egyszersmind a legnehezebb volt a Höckendorf—Dorfhain 1635 m. hosszú vonal. Az itt beépült kábel 30×2/0.8 típusú volt s három gyártási hosszban került beépítésre.

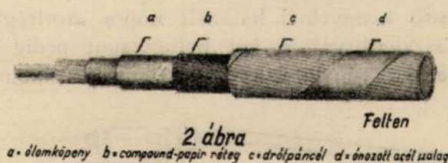
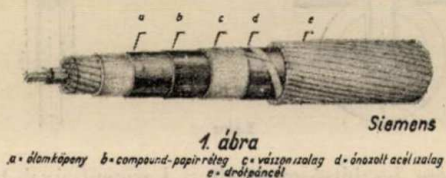
A fenti kábelvonal építése a következőképen történt: először szétosztották s felerősítették a vezetőcsigákat, a felfüggesztő és feszültségmentesítő kengyeleket a megfelelő oszlopokra, illetőleg a kereszttartókra. Ezután a vezetőcsigákon kihúzták a húzókötelet, amit a kábellel kúpos összekötő-tag segítségével erősítettek össze. A kábeldobokat speciálisan alátámasztott dobokra helyezték, melyek fékező berendezéssel is el voltak látva. A töréspontokon álló oszlopokra munkások helyezkedtek el, hogy a kötél és a kábel összeerősítésének áthaladásánál szükség esetén segítsenek. A kábel húzása az első hossznál kézi erővel, a többinél motorikus erővel történt. Miután a belógásokat a szükséges mértékre beszabályozták, a kábelt minden oszlopon kiemelték a vezető csigából s belehelyezték és megerősítették a felette felfüggesztett tartó kengyelbe. A töréspontokon álló oszlopokon ez a művelet egy speciális csigaemelő szerkezet segítségével történt, amit az oszlop csúcsára erősítettek. A kábel végleges beszabályozása után sor került a kötések elkészítésére. Erre a célra a kötéshoz legközelebb eső oszlopokon a kábelt kiemelték a tartó kengyeleiből s így azt annyira sikerült leereszteni, hogy a kötéseket a földön lehetett elkészíteni. Az építés a Siemens és Halske cég vezetésével, de a posta által rendelkezésre bocsátott munkások segítségével történt, akiknek ez az építési mód teljesen újszerű volt; ennek ellenére megállapítást nyert, hogy az építés gyorsan s minden zökkenő nélkül ment végbe.

A teljes 10 km-es vonal kiépítése után a következő *gyakorlati tapasztalatok* szüremtek le: a kábelt — ellentétben az eddigi felfogással — mindig a töréspont belső oldalán kell vezetni, azaz nem kell megmeradni az oszlopnak azon az oldalán, melyen az építés megkezdett; ily módon minden esetben el lehet kerülni, hogy a kábel az oszlophoz súrlódjon. Helyesebb vonalvezetést kapunk, ha az egymásután következő töréspontokat nagyobb oszloptávolságok felhasználásával, levágjuk. Ezt lehetővé teszi az alkalmazott kábel nagy húzószilárdsága. A feszültségmentesítő kengyelekre vonatkozólag az a nézet alakult ki, hogy azokat csak a kezdő és végpontokon s ezeken kívül csak a legnehezebb töréspontokon kell alkalmazni. Ezek a kengyelek egyébként azáltal, hogy a feszültségmentesített kábelarabokról nem kell lefejtetni a drótpáncélt, célsze-

rüeknek bizonyultak, mivel a kábel itt is védve van a mechanikai behatásoktól s a hajlítgatásokat is jól bírja. Jól beváltak a vezetősígak, melyek fabetétei mindig a kábel-átmérőnek megfelelő horonnyal voltak ellátva: a kábelt nem deformálták; ezzel, valamint a golyócsapágyas megoldásukkal és az oszlopra való könnyű szerelhetőségükkel jobban megfeleltek, mint a posta által használt esígak. A töréspontoknak a húzás alatt munkásokkal való ellátása csak biztonsági intézkedésnek bizonyult, mert a kábel utánsegítésére egy esetben sem volt szükség. Bizonyos körülmények között jól bevált a teherautóval való húzás. Így pl. egy 1050 m. egyenes szakaszon a 20 érpáros kábelt 23 perc alatt húzták ki oly módon, hogy a húzókötelet a vonal végén egy esigán átvezetve, teherautóhoz kötötték s miközben az autó a húzás irányával ellenkező irányban haladt, kihúzták a kábelt; így módon a kábel futását is állandóan ellenőrizni lehetett. Ugyanennél a szakasznál a kábelből 20 m-et, mint földalatti kábelt fektettek el, úgy, hogy a drótpáncélra bitumenes szalagot csavartak. A villámvédelem szempontjából általában minden ötödik oszlopon földelték a kábel fegyverzetét; ettől csak a villámveszélynek különösen kitett oszlopoknál tértek el.

II. A Felten-cég építési módja.

Hasonló terepviszonyok mellett, mint a Siemens és Halske cég, a Felten és Guillaume Carlswerk A.-G. cég is épített kísérleti vonalakat, öt szakaszban, mintegy 6 km.

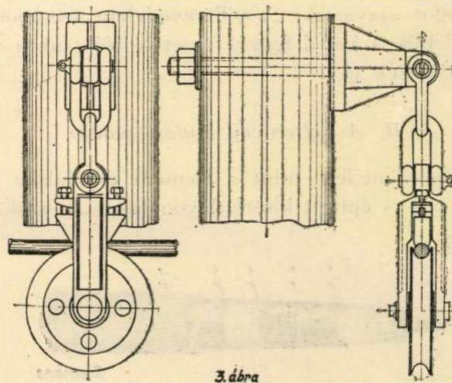


összhosszban. Mivel a Felten és Guillaume cég által szállított kábel, annak szerelvényei s beépítésének módja különbözik a már ismertektől, ezeket is részletesen tárgyaljuk.

A kábel az ólomköpenyig megfelel a német kábelelőírásoknak. Az ólomköpeny óntartalma 2.5%. Az ólomköpenyre közvetlenül a kémiai korróziók elleni védelmül, két réteg compound-kátránypapír réteg kerül. Mindkét réteg szorosan van az ólomra felcsavarva s így külön alátét spirális nem szükséges a páncélzat alá. (Vászon-szalag alkalmazásánál erre szükség van, hogy a drótpáncélnak sima s szilárd alátétet biztosítsanak.) A kátránypapír rétegre közvetlenül a drótpáncél kerül s erre egy ellentétes menetirányban, nyitott spirál formában felcsavart ónozott acél szalag, ami a drótokat összetartja a fektetésnél. (2. ábra.) A szalag szélessége 10 mm., vastagsága 0.4 mm. A drótpáncél 1.4—2.7 mm. átmérőjű s 70 kg/mm² szilárdságú ónozott acéldrótból készül. Az ólomköpeny falvastagsága a 0.6 mm. érátérőjű típusoknál 1.1—1.4 mm., a 0.8 mm-eseknél pedig 1.1—1.6 mm., a kábel vastagsága szerint. A cég által először szállított kábel laposvas páncéllal s ezen egy aszfalt-bevonattal készült. Ez a típus nem vált be.

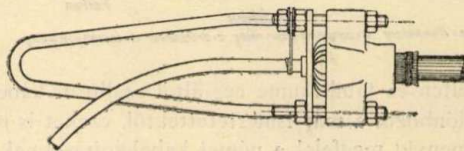
A kábel felfüggesztése eleinte a Siemens és Halske cég által is használt megoldáshoz hasonlóan, kengyelekkel történt, a kábel kifeszítését pedig a postánál használatos

vezetőcsigákkal végezték. Később a cég egyszerűsítette ezt az eljárást azáltal, hogy a vezetőcsigákat egyszersmind felfüggesztő elemekké képezte ki s így megtakarította a kábelnek a csigákról a kengyelekbe való átemelését. A tartócsiga kengyelek segítségével van felfüggesztve az oszlopra erősített tartókarra, vagy pedig a kereszttartóra szerelt horogra. El van látva azonkívül a tartócsiga egy kábelszorító szerkezettel is, mely csavarok meghúzása által meggátolja a kábel elcsúszását. (3. ábra.) A kábel kezdő és végpontján, továbbá olyan helyeken, ahol a kábelhez hozzá kell férni (pl. leágazásoknál) feszültségmentesítő kengyeleket használnak. A kengyel egy kúpos gyűrűvel fogja meg a kábelt, melynek itt a drótpáncélját lefejtik s a gyűrűn keresztül visszahajlítva, lekötik. (4. ábra.) A feszültségmentesített csupasz kábeldarabot juta-compound és acélszalaggal csavarják be a külső behatások elleni védelméül.



3. ábra

A kábelek összekötése feszültségmentesített karmantyúval történik: a két kábelvéget a feszültségmentesítő kengyelnél használt kúpos szorítógyűrűbe fogják be (a drótpáncél lefejtve s visszahajlítva), a két befogótagot pedig hosszú csavarorsókkal húzzák össze. Az ólomkarmantyú védelmére bádoghüvelyt alkalmaznak. (5. ábra.)



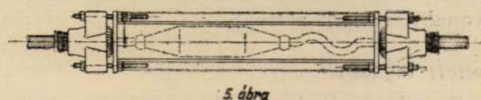
4. ábra.

A kábelvégek megfogására húzóharisnyák mellett, két 1 m. hosszú, drótszövet-szalagból álló húzószalagot használnak, melynek két része ellenkező menetben a kábelre csavarva húzásnál azt erősen megfogja. A kábelt egyébként úgy képezik ki, hogy a gyártási hosszak végein a drótpáncél húzódróttá van alakítva. A már kifeszített kábelen tetszőleges helyen való kötés beiktatás céljára egy speciális — húzószalagokból és csigasorokból összeállított — szerkezet áll rendelkezésre.

A tartókötél nélküli légkábellel megépített vonal erős szélnek kitett, nehéz terepen halad át, sok töréspont van benne, sőt olvasztók közelében füstgázak hatásának is ki van téve.

Az építés menete a következő volt: miután a tartócsigákat az oszlopokra felerősítették, kihúzták először ezekre a húzókötelet, majd a kötel segítségével a kábelt (cca

100 m. kábelt 6 perc alatt). A kábel húzása motorikus erővel történt. Miután a kábel a végleges helyének kb. megfelelő helyzetbe került, a kiinduló oszlopnál feszültségmentesítő kengyellel látták el, majd harisnyával és csigasorral a belógásoknak megfelelően kihúzza s kissé túlfeszítve, a végoszlopon is feszültségmentesítő kengyelt szereltek; a kengyel felakasztásával a teljes húzás az oszlopnak adódott át s a kábel beállt a végleges belógásoknak megfelelő helyzetbe. A kábelt ezután rögzítették a tartócsigákon szerelt rögzítő szerkezet csavarjainak meghúzása által. A többi gyártási hosszának hasonló módon való kihúzása után elkészítették a kötéseket, részben a földön szerelve, részben pedig létrából összeállított állvány segítségével a kötéspont eredeti helyén. Az erek összekötését forrasztással végezték.



Az építés folyamán megállapítást nyert, hogy az alkalmazott kábeltípus jól bevált. Ugyancsak jó megoldásnak bizonyult a kábelnek úgy az egyenes vonalban, mint a töréspontokon való felfüggesztésére a tartócsigás megoldás.

III. A két építési mód összehasonlítása.

Általában megállapították, hogy mindkét cég kábeltípusa, szerelvényeik, valamint azok beépítési módjai beváltak. A német posta további feladata lesz a bemutatott kiviteli módozatok közül a legmegfelelőbbeket szabványosítani s egyszersmind megállapítani, hogy mily mértékben vezesse be a tartókötél nélküli légkábel építését.

Építéstechnikai szempontból megemlítendő, hogy míg a S. & H. cég az eredeti építési módját, kábelét s annak szerelvényeit mindvégig változtatlanul megtartotta, addig a F. & G. céget az építés alatt többször változtatta. Elbírálandó, hogy az alkalmazandó drótpáncél milyen anyagból készüljön: a S. & H. cég 40 kg/mm² szilárdságú, a F. & G. cég pedig 70 kg/mm² szilárdságú acélt használt. A kábel szerkezetére vonatkozólag eldöntendő még, hogy a páncélzat alatti vászonszalag és alátét spirálisra van-e szükség s hogy a F. & G. cég által használt külső, tartó-spirális rendszeresítendő volna-e. A kábelek súlyviszonyaira egyébként a következő összeállítás világít rá:

20×2/0.8 tartókötéllal épített légkábel súlya/km	1450 kg.
20×2/0.8 tartókötél nélküli légkábel súlya/km. F. & G.	1510 kg
20×2/0.8 tartókötél nélküli légkábel súlya/km. S. & H.	2300 kg
20×2/0.8 földalatti kábel súlya/km.	1830 kg

A szerelvények közül a tartócsiga praktikus egyszerűsítésnek látszik s előnyösebb, mint a tartókengyel. A feszültségmentesítő kengyelek közül a S. & H. cég által használt kivitel erősebb s a kábelt a drótpáncélra gyakorolt nyomásával fogja meg, míg a F. & G. cég által használt szerkezet a páncél-drótok visszahajlításával veszi fel a húzást. Különböznek egymástól az összekötő karmantyúk is: a S. & H. kivitelnél a húzóerőt fémhüvely viszi át, az F. & G. megoldásnál pedig csavarorsók s így az utóbbinál a borító bádoghüvely feszültségmentesítés nélkül levehető.

A tartókötél nélküli légkábel gazdaságosságára nézve végérvényes eredményeket megállapítani még nem lehet, mert az nagyban függ a szabványosítandó kábel, szerelvények kiviteli módjától s az építés mikéntjétől. Így a más rendszerekkel való összehasonlításra csak a tárgyalt kísérletek eredményei adhatnak alapot.

Az építési időre vonatkozólag pontos feljegyzéseket végeztek: így 1 km. kábel-vonal építése, a mellék munkákkal együtt, tartócsigás szerelés mellett 72, tartókengyeles megoldásnál pedig 95 munkaórát vett igénybe, szemben a tartókötéllel szerelt légkábelenél szükséges 205 munkaórával. Munkaidőben tehát a tartókötél nélküli légkabelépítés nagy megtakarítást jelent, azonban az összes költségekre ez kis befolyással van, mert pl. egy 20 érpáros kábel építési költségeiből munkabérre csak 5% fordítatik. A tartókötél nélküli légkabel építése lényegesen kevesebb építési segédanyagot, szerelvényfajtát kíván, mint a tartóköteles légkabel, így bizonyos szempontból (pl. raktárkezelés) ez is előnyösül számít.

Egy $20 \times 2/0.8$ kábelre az építéssel járó összes kiadások — összehasonlítva hasonló körülmények között építendő tartóköteles légkabel és földalatti kábel költségeivel — a következők (1 km. vonalra vonatkoztatva):

1. Tartókötéllel épített légkabel:

Szerelvények és kábel	1306.27 R. M.
Építési költségek	171.14 R. M.
Összesen: ..	1477.41 R. M.

2. Tartókötél nélküli légkabel:

Szerelvények és kábel	1766.— R. M.
Építési költségek	63.40 R. M.
Összesen: ..	1829.40 R. M.

3. Földalatti kábel:

Szerelvények és kábel	2190.— R. M.
Építési költségek	720.— R. M.
Összesen: ..	2910.— R. M.

A fenti példában tehát a tartókötél nélküli légkabel költségei 24%-kal magasabbak, mint a tartóköteles légkabelé; a földalatti kábel ellenben 60%-kal drágább, mint a tartókötél nélküli légkabel. 10×2 , 20×2 , 30×2 és 50×2 típusokra átszámítva a fenti értékeket, azt az eredményt kapjuk, hogy a tartókötél nélküli légkabel átlagosan 28%-kal drágább, mint a tartókötéllel épített légkabel.

A gazdaságosság megítélésére figyelembe kell azonban vennünk a fentartási költségeket és a kábel élettartamát is. Fentartási költségek szempontjából a tartókötél nélküli légkabel mindenesetre előnyben részesítendő a tartóköteles kábelrel szemben: páncélos kivitelénél fogva minden külső behatásnak jobban ellentáll. Az ólomköpeny kikristályosodási folyamatára vonatkozólag szintén előnyös tulajdonságokat rejt magában az új kábel típus; pl. a S. & H. cég által még a háború előtt az Erz-hegységben épített tartókötél nélküli légkábelen, mely 15 évig volt üzemben, semmi kikristályosodásból eredő zavart nem észleltek. A kábel élettartamát mindkét cég 30 évre számítja. Az élettartam és a fentartási költségek figyelembe vételével a tartókötél nélküli légkabel gazdaságossági szempontból is versenyezhet a tartóköteles légkábellel.

A bel- és külföldi műszaki folyóiratok az egyesület VI. ker. Benczúr-utca 27. sz. alatti helyiségében a tagok rendelkezésére állanak.