

HIRADÁSTECHNIKA



HIRADÁSTECHNIKA

A Magyar Mérnökök
és Technikusok Szabad Szakszervezete
Hiradástechnikai
Szakosztályának lapja

SZERKESZTŐK: GERŐ ISTVÁN, SALLÓ FERENC, VALKÓ IVÁN PÉTER

TÁVBESZÉLŐ * RÁDIO * TÁVÍRÓ

Címkép: Épül az új Teréz automata távbeszélő központ.

AZ ATOMFIZIKA HIRADÁSTECHNIKAI SEGÉDESZKÖZEI V.

TARI LÁSZLÓ

539.15:621.39

A MŰSZAKI PROBLÉMÁK ÉS MEGOLDÁSOK ÖSSZEGEZÉSE

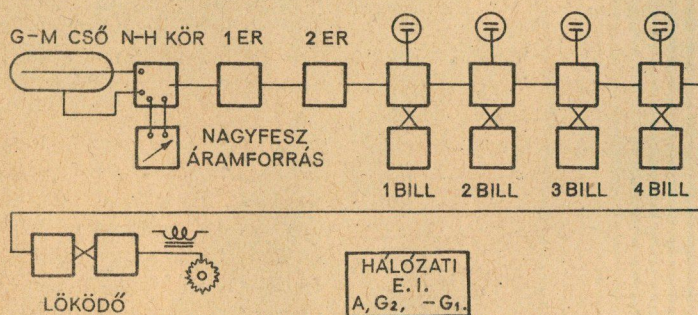
Miután megismerkedtünk a problémákkal és megkaptuk a feleletet a megoldások lehetőségeire is, érdemes röviden áttekinteni egy teljesen kom-

arámforrás a számolócső működtetéséhez, valamint a hálózati egyenirányító egység is, amely a teljes berendezést látja el a szükséges anód,

segédrendszer és stabilizált előfeszültségekkel is. Mivel a számolószerkezet csak minden 16. lökésre szólal meg, a számolás pontossága nem lenne kielégítő. Ezért egy szellemes segédberendezéssel, amely történetesen egy-egy gázkisülésű cső, glimmlámpa, minden egyes billegő egységet elláthatunk és ezeknek az égő, vagy kialudt állapotából és helyzetéből közvetlenül megkaphatjuk a tényleges lökesszámot. Hogy e kis segédberendezés működését megérthessük, nézzük meg a 2. ábrát.

Két négyszög a köztük lévő ferde keresztes összekötő jellel jelképez egy billegő fokozatot (két csőből álló egység), míg az alattuk lévő körrel a fokozathoz kapcsolt glimmlámpát jelöltük. A glimmlámpa bekötéséről majd a későbbiekben lesz szó. Tudjuk, hogy a billegő úgy működik, hogy kezdetben az egyik csőve vezet, a másik nem, míg egy bejövő lökésre a rendszer a másik stabil helyzetébe billen át. Be lehet tehát kötni a glimmlámpát az egyik cső áramkörébe úgy, hogy amikor az a cső pl. le van zárva, kigyullad a jelző glimm. Ha a rendszer átbillen, a glimm kialszik. Köveszük végig pl. egy négyfokozatú billegőnél a vezetést és nem vezetést (tehát a glimm nem égő és égő állapotait).

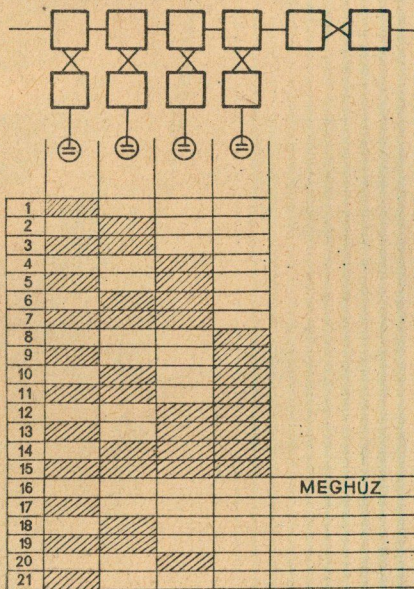
Tegyük fel, hogy kezdő állapotban egyetlen glimm sem ég. A bejövő első lökésre kigyúll az első glimm, a rendszer átbillen a másik stabil állapotba. A második negatív lökésre visszabillen az eredeti állapotba, kialszik tehát az első glimm, de a visszabille-



① ábra.

plett számoló berendezést, ahogyan az üzemen tartható és mérésekre már alkalmas. Legjobb áttekintést egy blokk-sémán nyerhetünk. (1. ábra.)

Láthatjuk, hogy a teljes berendezés meglehetősen komplikált. Az egyes egységei: a G-M számolócső, a N-H kioltókör (esetleg helyette önkioltó kör), majd a két erősítő fokozat, amelyekben, mint tudjuk, a lökések időtartamát tudjuk beszabályozni. Ezután a billegő fokozatok következnek, jelen esetben négy fokozat. E fokozatok segítségével érjük el, hogy a számolócső adta lökések közül csak minden tizenhatodik lökés (2ⁿ, ahol most n=4) jut a lökődőre, tehát az egy stabil és egy instabil állapottal rendelkező multivibrátorra. E fokozat működteti az elektromágneses-mechanikus számolószerkezetet. A berendezéshez még szorosan hozzátartozik a stabilizált, szabályozható nagyfeszültségű



② ábra.

nés következtében a második rendszer, az elsőől negatív lökést kapva, átbillen. Mivel eredetileg ennek a glimkje nem égett, az átbillenés után most a második glimm gyullad ki. A harmadik lökésre az első rendszer ismét átbillen, ismét kigyullad az első glimm, a második azonban változatlanul égve maradt. Így a harmadik lökés után tehát az első és második glimm is ég. A glimmek égő állapota az ábrán a megfelelő kockák vonalkázásával van jelölve.

Vizsgáljuk meg még a negyedik beérkező lökés utáni állapotokat és akkor már a törvényszerűségeket is jól megfogalmazhatjuk. A negyedik, negatív lökésre az első rendszer ismét visszabillen és a glimkje kialszik, de a kifutó negatív lökés a második rendszert is visszabillenti, elalszik ennek a glimkje is. A visszabillenés azonban mindig negatív lökessel jár, ez a negatív lökés most már működtetni tudja a harmadik rendszert, tehát ez átbillen és kigyullad a glimkje. Így a negyedik lökés után csak a harmadik rendszer glimkje ég.

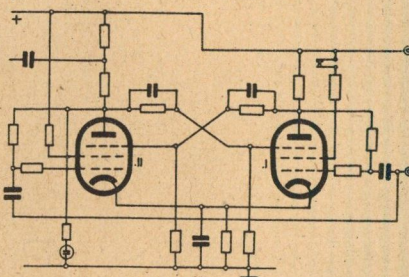
Tisztán látható a törvényszerűség: az első glimm minden második lökésre működik, a második glimm két lökésen keresztül nem ég, két lökésen keresztül pedig ég. A harmadik négy lökésenként ég, illetve alszik ki és így tovább. Az első billegő rendszer tehát felezi, a második negyedezi, a harmadik nyolcadolja a bemenő lökések számát.

Négy fokozat után tehát minden 16. impulzus tud tovább jutni és tudja működtetni a löködőt. A beérkezett lökések számától függően a glimmek közül egyesek égnak. Aszerint, hogy mely glimmek égnak, megállapítható a beérkezett lökések száma. Az első glimm égő állapotban egyet, a második égő állapotban kettőt, a harmadik négyet, míg a negyedik glimm égő állapotban 8 beérkező jelet jelent. Az egyes égő glimmek rendszámai együttesen adják a beérkezett lökések számát. Pl. ha az 1., 3. és 4. glimm ég, akkor a beérkezett jelek száma $1+0+4+8=13$, vagy ha csak a 4. ég $0+0+0+8=8$, míg ha az összes ég, tehát $1+2+4+8=15$, akkor a következő bejövő egyetlen negatív impulzus kioltja az összes glimmet és a löködőt működtetve a számolószervezetet eggyel továbbítja. Ily módon megbízható lökesszám alaosztó berendezést nyertünk. E berendezés segítségével tehát nagyobb számlálási sebességet érhetünk el. Er-

demes megemlíteni, hogy az egyes billegető fokozatok a beérkező statisztikus, tehát nem periodikusan ismétlődő lökéseket időrendben kiegyenlítik és az utolsó billegő fokozat után már majdnem teljes periodikus lökéseket nyerünk. Nagy segítség ez a mechanikus számológépek számára. Ezek a számológépek ugyanis — a távbeszélő technikában alkalmazott közönséges beszélgetést számláló szerkezetekre gondolunk — maximálisan mintegy 30 lökést/mp tudnak regisztrálni, ha a beérkező lökések periodikusak. Négy fokozatú billegő alkalmazásával így a mp-ként regisztrálható lökések száma $30 \times 16 = 480$, percenként tehát 2880.

Tudunk arról, hogy léteznek sokkal kisebb tehetetlenségű számolószervezetek is, de igen körülményesek. Nehéz a beállításuk és különben is nagy mechanikai probléma a kivitelezésük. Ezekkel 500—1000 lökés/mp. is regisztrálható. Tapasztalataink azonban azt mutatják, hogy jobb és üzembiztosabb az elektromos lökesszám alaosztó berendezés, amellet a megoldás is elegánsabb.

Ismertetjük a billegőknél alkalmazott törtszám mutató glimmlámpák áramkörét is. (3. ábra.) Tegyük fel, hogy a II. cső le van zárva, tehát az



③ ábra.

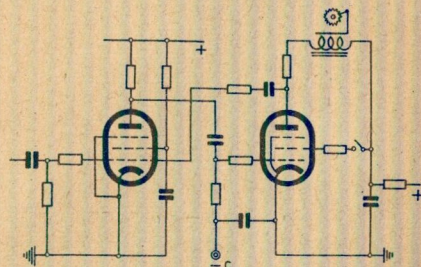
első vezet. A II. cső anódelállásán ekkor nincs feszültségesés, a glimm ég. Ha azonban a bejövő negatív lökés hatására lezár az I. cső, a második vezet, az anód munkaellenálláson oly nagy feszültségesés áll elő, hogy kioltja a glimmlámpát. A rendszernek ezt az állapotát tekintjük nyugalmi helyzetnek, tehát az első cső lezárva és a második vezet.

Ezt a helyzetet biztosítani kell a mérések megkezdése előtt, tehát gondoskodnunk kell egy oly kapcsolásról, melynek segítségével a billegő fokozatokat bármikor alapállásba hozhatjuk. Igen egyszerű a megoldás. Az összes billegő fokozat I. csővének a segéd-rácsvezetékét egy közös kapcsoló se-

gítségével egy pillanatra megszakítjuk. Ennek hatására az első cső lezár, a második cső pedig vezetővé válik, az anódjára csatlakozó glimm tehát feltétlenül kialszik. Ha a segéd-rácsokra visszaadjuk a feszültséget, már semmi változás sem következik be, a teljes billegő rendszert tehát alapállásba hoztuk az úgynevezett „törő-gomb” segítségével.

A mechanikus számológépeket a löködő fokozattal hajtjuk meg. E fokozatok kapcsolása a negyedik ábrán látható. A kapcsolás felépítése és működését már előbb említettük, most még néhány szóval szerelelni kitérni a fokozat üzemi viszonyaira. Tudjuk, hogy az átbillenés és visszabillenés időtartamát, tehát azt az időt, amíg a kapcsolás 2. csőve vezet, a 2. csőnek az anódjáról az első cső vezérlőrácsára való visszacsatoló elemek időállandójával állíthatjuk be. Helyes beállítás mellett elérhetjük, hogy minden egyes negatív lökésre a 2. cső vezet. Anóddáramát egy nagy kondenzátorból nyeri. Ez az áram átfolyik a számoló tekercsén és egyszer meghúzza a számkereket. Hogy a számolóknak túl hosszú ideig való meghúzását rövidítsük, gyakran célszerű még a számoló mágnes tekercsével egy pl. 80 V-on égő, korlátozó ellenállás nélküli glimmlámpát is párhuzamosan kapcsolni. Ha vezetni kezd a második cső és a számológépek tekercsét az anóddáram már felgerjesztette, egy jelentős feszültségesés, 200—250 V. állna elő a sarkain. A glimm azonban 80 V-on már begyújt és így rövidre zárja a mágnes tekercs két sarkát, tehát a számológépek gyorsan visszaáll nyugalmi helyzetébe és a multivibrátor második csővének a működési időtartamától részben függetlenül a számológépeket.

Méréseknél sokszor célszerű a számológépek működésének a leállítása. Ez is egyszerűen megvalósítható egy kapcsoló segítségével. E kapcsoló a második, tehát nyugalomban lezárt csőről veszi le a segéd-rácsfeszültséget



④ ábra.

és így hatálytalanítja a kört. Sem a kapcsoló zárása, sem bontása nem jelent semmiféle impulzust, tehát a számológérszerkezet a kapcsoló működtetésével nem számol tovább. Éppen ezért nem lehet a kapcsolót pl. az első cső G_2 körében elhelyezni. Ez a cső ugyanis nyugalomban vezet, tehát ha megszakítjuk a G_2 kört, pozitívabba ugrik fel az anódfeszültsége, ez pedig pozitív lökést jelent az utolsó csőnek, amire az már reagál.

Az eddigiekben megismertedtünk azokkal a berendezésekkel, amelyek alkalmasak a kiváltó számológérs, tehát a csúcscsámológérs és a gázkisüléses számológérs működtetéséhez és a nyert lökések regisztrálására.

A teljesség kedvéért célszerű az ún. proporcionális számláló erősítők megemléítése.

Geiger és Klempereer a csúcscsámológérs ellenkező polarításra kötve (tehát a házat negatívra és a csúcsot pozitívra) kimutatták még 1928-ban, hogy ilyen kapcsolás mellett az egyes beeső részecskék által okozott feszültséglökések amplitudója arányos a részecskék által létrehozott primer ionok számával. Mivel a különböző anyagi részecskék adott anyagi minőségű és nyomású gázban egységnyi úton különböző számú iont hoznak létre, lehetőség nyílik arra, hogy különböző

részecskékből álló sugárzásból a legnagyobb ionizációs képességgel rendelkező részecskéket a többiektől külön le lehessen számolni. A keletkező töltés azonban 3—4 nagyságrenddel kisebb, mint a kiváltó számlálókban.

A proporcionális számlálók adta adatok igen nagyok, mert a lökéseket 6—7 nagyságrenddel kell erősíteniünk. Azt hisszük, nem kell külön kiemelniünk a kinos gondosságú árnyékolást, sem az egyes fokozatok közötti csatolásmentesítést. A tulajdonképeni fő probléma itt nem is annyira az erősítő, hanem az erősítő bemenő fokozatát képező és igen kicsiny töltésváltozásokat feszültségváltozásokká átalakító bemenő fokozat. Elektrométer triódákat szokás erre a célra alkalmazni, fantasztikusan kicsiny rácscsámmal és 10^{13} — 10^{14} Ohm rácscsige-teliséssel.

Mivel a proporcionális erősítők igen nehézkesek, lehetőség szerint mellőzik a használatukat. A gyakorlatban majdnem kizárólag csak a kiváltó számlálókat használják. Ezek nagy, laboratóriumi kivitelű kezdve miniatűr, hordozható kivitelű minden alakban készülnek. Komplet egységek a nagyfeszültségű, szabályozott, stabilizált anódpótlótól, kioltókörön, erősítőn, bil-

legő löködő és regisztráló fokozatig mind egybeépítve kommerciálisan kaphatók (pl. Gen. Exp. megfelelő számai, Electronics hírdetések), de ugyanúgy kis hordozható telepes berendezések is.

Lördemes megemléteni, hogy a hordozható készülékekbe a nagyfeszültség is be van építve, mindamellett a méretei a $20 \times 15 \times 8$ cm-t nem haladják meg. Külön érdekesség, hogy a nagyfeszültséget, tekintve, hogy gyakorlatilag semmi terhelés sincs rajtuk, Zamboni oszloppal lehet megoldani. Hazai vonatkozásban igen értékes kísérletsorozatok eredményeképen már megszületett az ilyen célokra alkalmas Zamboni oszlop is. Egy egysége, melynek a méretei cca. 16 mm $\varnothing$ és cca. 120 mm hossz, kb. 400 V feszültséget képes szolgáltatni.

A fizikusok által felvetett problémákra a megoldásokat tehát a mérnökök megadja, de a lánc ismét kapcsolódik, amikor a mérnök ad problémát a fizikusnak, mint pl. a Zamboni oszlopok esete. Tökéletes és szoros együttműködés az elméleti és kísérleti fizikusok és a gyakorlati technikusok és mérnökök között mindig újabb eredményeket, fejlődést, tudásunk kibővítését jelent.

SOKCSATORNÁS IRÁNYÍTOTT SUGÁRZÁSÚ RÁDIÓ-TÁVKÖZLÉSI RENDSZEREK

BOGNÁR GÉZA

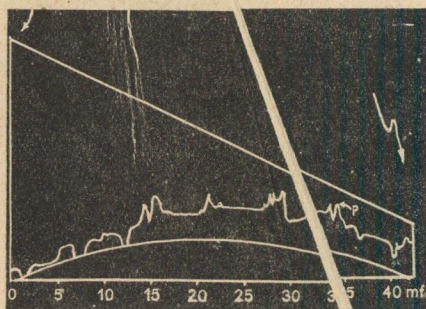
621.396.61

A drótnélküli sokcsatornás átviteli rendszereket a „Radar” technika fejlesztette ki. A több száz illetőleg több ezer megahertz rezgésszámú vivőhullám lehetővé teszi a sok csatornának megfelelő nagy sáv szélesség átvitelét. A deciméteres és centiméteres hullámú átvitel, a hullámok optikai sajátosságainak megfelelően, irányított sugárnyalábokkal, optikai látástávolságban történik. Az optikai átlátásnak a terepemelkedések és a föld görbülete szabnak határt. Nagyobb távolságok áthidalása, az optikai átlátás biztosítására, relé állomások közbeiktatását teszi szükségessé.

Első közelítésben két egymástól földrajzilag távolfekvő állomás közti összeköttetés létesítésére olyan terepszakaszokat kell kiválasztani, amelyekben belül az optikai átlátás a terepemelkedések és a föld görbületének figyelembevételével biztosítva van. Az egyes szakaszok irányát az adott terep optikai átlátás szempontjából kedvező fekvésű magaslatai szabják meg. Ezek a magaslatok elhelyezett relé-állomások biztosítják az összeköttetés folytonosságát. A fő és relé állomások telepítési helyei hegycsúcsok, magas épületek, antennatornyok lehetnek. Sík vidéken 60–70 méter magas tornyok építésével lehet az optikai átlátást biztosítani.

Deciméteres és centiméteres hullámok terjedése.

Adott magasságból a horizont $D = 3.55 \sqrt{H}$ távolságban látszik, ahol D kilométerekben, H méterekben van kifejezve. Pl. 1000 m magas hegycsúcsról 112 km távolságban látszik a horizont. Két 1000 m-es hegycsúcs között 224 km-en belül van az átlátás. Két 70 m-es torony között, ha nincsen közben terepemelkedés, 60 km az optikai átlátás távolsága. Két pont közti átlátási lehetőség megállapítása térkép alapján megszerkesztett terepszelvénnel történik (lásd 1. sz. ábra).



① ábra.

Az optikai átlátást a föld görbületének megfelelő parabolára felmért magassági pontok határozzák meg. A mérési pontosság fokozása magassági torzítást tesz szükségessé. 1:10 magassági torzítást feltételezve 1:200.000 vízszintes léptékű térképnél a magassági lépték 1:20.000, a földszög léptéke 1:2.000.000.

Tisztán a geometriai viszonyok figyelembevétele csak első közelítésben adja meg a deciméteres és centiméteres hullámok terjedését. A tényleges terjedési viszonyok vizsgálatánál egyéb tényezőket is figyelembe kell venni. A különböző magasságú légrétegeken áthaladó elektromágneses hullámok többször szenvednek. A refrakciót a levegő törésmutatójának a magasságtól való függése okozza. A levegő törésmutatója függ a levegő nyomásától, hőfokától és a légnedvességtől. A levegő törésmutatójának a fenti tényezőktől való függése, a levegő dielektromos állandójából vezethető le az ismert $n = \sqrt{\epsilon}$ összefüggés alapján. A dielektromos állandó a következő összefüggésben áll a meteorológiai tényezőkkel:

$$(\epsilon - 1) 10^6 = \frac{157,5}{T} \left[p + \frac{1800 e_m}{T} (R. H.) \right]$$

ϵ a levegő dielektromos állandója,
 T a levegő abszolút hőfoka,
 p a levegő nyomása millibarban,
 e_m a maximális vízgőznyomás millibarban,
 $R. H.$ relatív nedvesség.

Ebből az összefüggésből a dielektromos állandó gradiense $\frac{d\epsilon}{dn}$ meghatározható. A levegő refrakciója növeli az áthidalási távolságot a tisztán geometriai átlátással szemben. Az áthidalási távolság növekedése a földszög megnövelésével fejezhető ki földszög tényező bevezetésével. Az átlagos állapotú levegő refrakciójának $4/3$ -os földszög-tényező felel meg. Az áthidalási távolság ennek figyelembevételével $D = 4.13 \sqrt{H}$. A mindenkori meteorológiai viszonyokat figyelembe véve, a levegő dielektromos állandójából

$$k = \frac{1}{1 + 10.4 \frac{d\epsilon}{dn} 10^6}$$

földszög tényező adódik, amely negatív értéket is vehet fel.

A fentiek alapján kiszámított átviteli úton a vétel helyén a télerősség csak 25%-a lesz a szabadtéri sugárzás megfelelő télerősségének. A 100%-os télerősség megközelítésére egy forgási ellipszoidon belül kell szabad teret biztosítani, melynek nagy tengelye:

$$a = \frac{D}{2}$$

kistengelye:

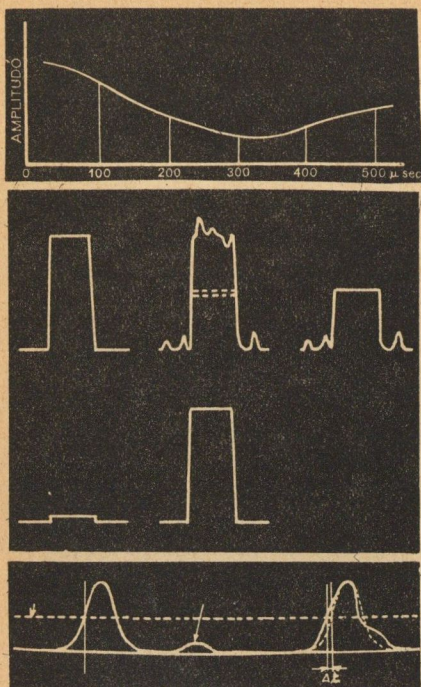
$$b = \sqrt{\frac{\lambda}{2}} D$$

78%-os télerősségnél:

$$b = \sqrt{\frac{\lambda}{8}} D$$

100 km áthidalásánál tehát, 80 cm hullámhosszúknál, 78%-os télerősség elérése 100 m magasságtöbbletet tesz szükségessé.

Köd, eső a deciméteres hullámokat nem csillapítja. Az eső a 3 cm alatti hullámokat csillapítja nagyobb mértékben. A csillapításnak két oka van. Az egyik a vízcseppeken való szóródás, a másik a vízcseppek által való abszorpció. A vízcseppek, mint félhullám hosszúságú dipólok abszorbeálnak energiát.



② ③ ④ ábra.

Impulzus-moduláció.

Az amplitúdó- és frekvencia-moduláción kívül a mikróhullámoknál adódó nagy sávszélesség lehetővé teszi az impulzus-moduláció alkalmazását. Impulzus-modulációnál egyenlő időközökben kibocsátott impulzusokat befolyásol a moduláló jel. Változtathatja az egyes impulzusok amplitúdóját, az impulzusok szélességét és a fázisát. Az impulzus-amplitúdó modulációnál az impulzus amplitúdója a moduláló jel pillanatnyi feszültségétől függ (1., 2. sz. ábra).

Az impulzusok időközét az átvendő legnagyobb frekvencia szabja meg, adott megengedett torzítási tényező figyelembevételével. Az átvitt legnagyobb frekvencia felénél nagyobb frekvenciák harmonikusai az átvitt frekvenciasávon kívül esnek és így torzítási tényező szempontjából nem jönnek figyelembe. Ha az impulzus-frekvenciát az átvendő legnagyobb frekvencia háromszorosának választjuk, a legnagyobb frekvenciájú jelalakot három impulzus amplitúdó határozza meg. Ez, a jelalakot csak igen durván közelíti meg. A torzítási tényező szempontjából már figyelembejövő fele frekvenciát hat impulzus amplitúdó írja le.

Az impulzus-sorozat folytonos, különböző frekvenciájú szinuszos feszültségek végtelen sorából tevődik össze.

$$e(t) = a_0/2 + a_1 \cos 2\pi f_r t + a_2 \cos 2(2\pi f_r t) + \dots + a_k \cos k(2\pi f_r t) + \dots$$

ahol a_k a k -adik harmonikus amplitúdója:

$$a_k = 2E_0 \frac{\delta}{\tau_r} \left(\frac{\sin \pi k f_r \delta}{\pi k f_r \delta} \right)$$

f_r az impulzusok ismétlődésének frekvenciája,
 τ_r az ismétlődés ideje,
 δ az impulzus időtartama,
 E_0 az impulzus amplitúdója.

Az átvitel minőségét az átvitt harmonikusok száma határozza meg. Minél szélesebb az átviteli sáv, annál jobban lehet megközelíteni az impulzus eredeti alakját.

1 μ sec.-os impulzus átvitelére 2–3 Mc. sávszélesség szükséges.

Az impulzus modulálási lehetőségek közül a zavarok szempontjából az állandó amplitúdójú impulzus szélesség és impulzus fázis moduláció kedvezőbb az amplitúdó modulációval szemben. Az állandó amplitúdójú impulzusok amplitúdójánál kisebb zavarok ugyanis impulzusok között alulról való behatárolással, az impulzusra szuperponált zavarok pedig felülről való behatárolással kiküszöbölhetők (lásd 3. sz. ábra).

Impulzus fázis-modulációnál az impulzus-homlokra szuperponált zavarokat, a felülről, illetőleg alulról való behatárolás nem küszöböli ki. Mindkét behatárolás egy feszültség küszöb alkalmazásával történik. Az impulzus fázis-helyzetét a feszültség küszöb átlépésének időpontja határozza meg. Ez az időpont függ az impulzus-homlok meredekségétől (1., 4. sz. ábra).

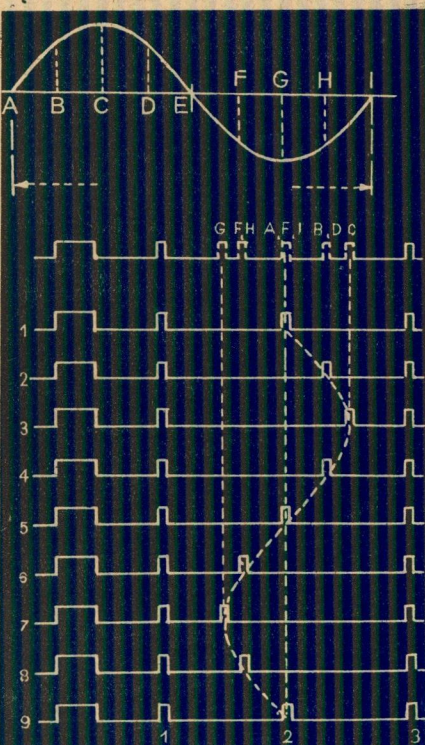
Az impulzus-homlokra szuperponált zavar befolyásolja a homlok meredekségét és ezzel a feszültség küszöb átlépésének időpontját. Tehát az impulzus-homlokra szuperponált zavar végeredményben az impulzus fázis-helyzetét változtatja meg. Védekezni ellene a jelhomlok minél meredekebbé való kialakításával lehet.

Az impulzus-szélesség és impulzus fázis-moduláció közül az adócső 100 százalékos áram- és feszültségkihasználása szempontjából az állandó szélességű és állandó amplitúdójú impulzusokkal dolgozó impulzus fázis-moduláció a kedvezőbb. Ennek alapján a zavarok és a csőkihasználás szempontjából kedvező impulzus fázis-moduláció nyer alkalmazást a sok csatornás mikróhullámú átviteli rendszerekben.

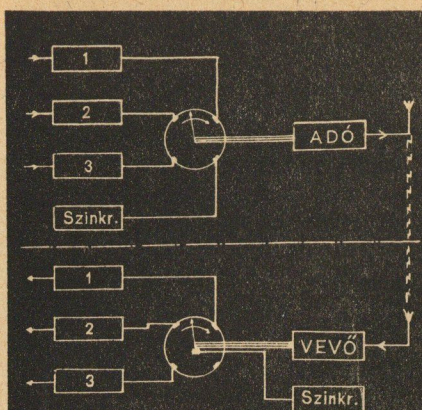
Idő multiplex rendszer.

A sok csatornás átvitelnek két alapvető rendszere van. Az egyik rendszerben a csatornák frekvencia-sávokra vannak szétválasztva és az átvitel egyidejűleg történik. A másikonál a Baudot-féle multiplex távíróhoz hasonlóan a csatornák időben vannak szétválasztva és az átvitel egymásután időközökben történik. Az impulzus fázis-moduláció sok csatornás átvitelnél az utóbbi multiplex-rendszerben nyer alkalmazást. Az átvendő frekvencia-sáv adott torzítási tényezővel való átviteléhez szükséges időközökben csatornánként egy — időben eltoltt — impulzus-sorozatot bocsát ki az adó. A modulátor az impulzus helyét változtatja az impulzus ismétlődési idejének megfelelő hely környezetében. Egy csatorna átviteli időköze az ismétlődési idő és a csatornaszám hányadosa. Ezen az időközön belül van mód az impulzus helyének a modulációval való változtatására. Modulálhatóság szempontjából az egy csatornára eső időközhez képest, az impulzus időtartamának kicsinek kell lenni (1., 5. sz. ábra).

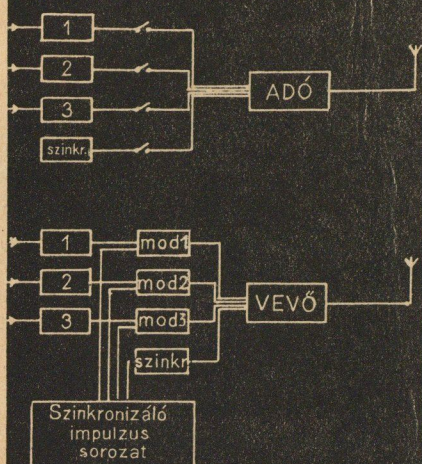
Ha az ismétlődési frekvencia 3000 frekvencia sávszélesség átvitelénél 10.000 c., az ennek megfelelő csoport-időköz 100 sec. Egy csatorna időköze 24 csatorna esetén ennek $1/24$ -ed része, 4.17 sec. A tényleges csatorna-időköz ennél kisebb, mert az adó és vevő együttműködésének biztosítására szinkro-



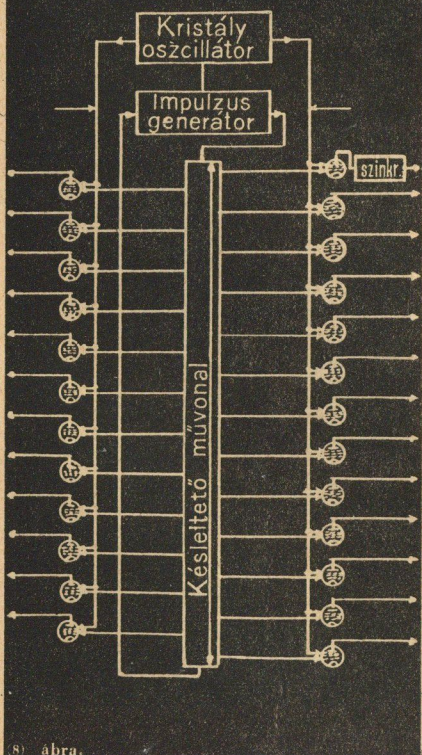
⑤ ábra.



6) ábra.



7) ábra.



8) ábra.

nizáló impulzusokat kell az ismétlődési frekvenciának megfelelő időközökben kibocsátani. A szinkronizáló impulzus figyelembevételével az egy csatornára eső időköz tehát ennél kisebb. A szinkronizáló impulzust meg kell különböztetni a csatorna-impulzusoktól, ezért a szinkronizáló impulzus szélesebb, mint a csatorna-impulzus.

A multiplex-rendszer adó- és vevőoldalon szinkron forgó kapcsolókkal, vagy egyes csatornánként külön alkalmazott kapcsolókkal valósítható meg. A nagy kapcsolási sebességek miatt a gyakorlatban megvalósított rendszereknél elektron-kapcsolókat alkalmaznak.

A forgókapcsoló katódsugárcső, melynél az ismétlődési frekvencia szög-sebességével forgó katódsugár érinti az egyes csatornához tartozó kapcsoló szegmenseket (lásd 6. és 7. számú ábrákat).

A csatornánként külön alkalmazott kapcsoló, lezárt elektron-cső, amelyet kapcsoló impulzus nyit ki az adott csatornának megfelelő időközben. A kapcsoló impulzust impulzus-generátor állítja elő, amelyet a szinkronizáló impulzus szinkronizál. A kapcsoló impulzus alul áteresztő szűrő-elemekből álló késleltető művonalon halad át. A művonal úgy van méretezve, hogy a kapcsoló impulzus áthaladási ideje megfelel az ismétlődési frekvenciának. A művonalon az egyes csatornák időbeli eltolódásának megfelelő kivezetések vannak. Ezekhez a kivezetésekhez csatlakoznak az egyes csatornák lezárt kapcsolócsövei. A késleltető művonalon áthaladó kapcsoló impulzus, az egyes csatornák kapcsolócsöveit a csatornának megfelelő időpontban kinyitja. Ennek a rendszernek az alkalmazása nem tesz szükségessé speciális kapcsolócsövet, normál vevőcsövekből építhető fel (lásd 8. sz. ábra).

Ultra-nagyfrekvenciás rezgékeltők.

Az adóberendezésekhez szükséges nagyfrekvenciás energiát ultra-nagyfrekvenciás rezgékeltők állítják elő. A teljesítményfokozatokban triódák, magnetronok és sebességvezérelt csövek nyernek alkalmazást.

A triódáknál a frekvencia növelésének az elektronok futási ideje, az elektródák és kivezetések kapacitása és a kivezetések önindukciója szabnak határt.

A fenti szempontok egy új ultra-nagyfrekvenciás trióda konstrukcióra vezettek. A nagyfrekvenciás elektródák koncentrikus tárcsákra vannak felépítve, amelyek egyúttal a kivezetéseket is képezik. A tárcsás kivezetésű cső lehetővé teszi a rezonátorral való közvetlen kapcsolatot.

A magnetron oszcillátorok három alapvető típusa, a hasított anódú, negatív ellenállású magnetron oszcillátor, a ciklotron frekvenciájú magnetron oszcillátor és a haladó hullámú magnetron oszcillátor. A magnetronoknál a katód által kibocsátott elektronokra sugár-irányú elektromos tér és tengelyirányú mágneses tér hat.

A sokcsatornás átviteli rendszereknél a haladó hullámú magnetron oszcillátor nyer alkalmazást. A haladó hullámú magnetron csőnek koncentrikus katódja és sokszoros rezonátor rendszerből álló anódja van.

A sokszoros rezonátor rendszerből álló anóddal bíró magnetronban az állandó elektromos és mágneses térre az egyes anód szegmensek között fellépő nagyfrekvenciás elektromos tér van szuperponálva.

A sebességvezérelt csövek két alapvető típusa a két rezonátor rendszerrel bíró klystron és az egyrezonátoros reflex klystron. A sokcsatornás berendezéseknél a reflex klystron oszcillátort alkalmaznak. Az oszcillátor rezgésszámát az üreg-rezonátor önzregés-száma határozza meg.

Antenna-rendszerek.

Az adó-energia gazdaságos kihasználására a sokcsatornás átvitelhez irányított antenna-rendszereket alkalmaznak. Az irányítás feltétele az, hogy a reflektor mérete a hullám-hosszúsághoz képest nagy legyen. A mikrohullámoknál ez a feltétel könnyen teljesíthető. A deciméteres hullámú rendszereknél sarokreflektort használnak. A centiméteres hullámoknál parabola-reflektort alkalmaznak. Az antenna $\lambda/2$ hosszúságú dipól. A sarokreflektor $3/4 \lambda$ -nél hosszabb, az antennával párhuzamos vezetőkkel áll. Az irányító hatás függ a sarok nyílásszögétől és a rendszer geometriai méreteitől (lásd 9. sz. ábra).

A parabola-reflektorral való irányításnál a $\lambda/2$ hosszúságú dipól a parabola fókuszában van elhelyezve (lásd 10. ábra).

Az antennából kiinduló gömbhullámokat a parabola-reflektor sík hullámokként veri vissza.

Az antenna sugárzásának az a része, amelyik nem esik a parabola felé, direkt sugárzást ad. Ennek kiküszöbölésére az antenna-sugárzást a parabola felé irányítják. Ez történhet parazita-antennával, tárcsával, vagy félgömbalakú pajzsral.

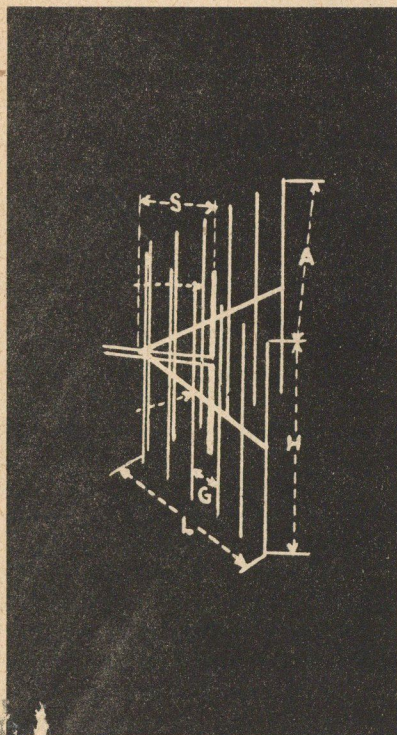
Az irányító hatás a parabola átmérő- és hullámhossz-viszonyától függ. A sugárnyaláb szélességét fokokban a következő közelítő összefüggés határozza meg:

$$\frac{137,5}{D/\lambda}$$

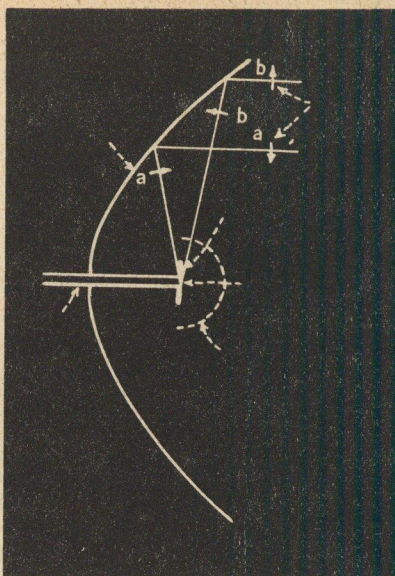
10 cm-es hullámhossznál, 2 méteres parabola-átmérővel $D/\lambda = 20$, a sugárnyaláb szélessége kb. 7° .

Az irányító hatást fémlencsék alkalmazásával lehet fokozni. A fémlencsék lenese profilú párhuzamos lemezszerből állnak (lásd 11. sz. ábra).

Működésük alapelve az, hogy az elektromágneses hullámoknak a hullámhosszája és a fázis-sebessége üreges vezetőben nagyobb, mint a szabadtéri sugárzásnak megfelelő érték. Hasonló jelenség mutatkozik az elektromos vektorral párhuzamos vezetőlemezek között. A lemezek távolsága félhullámhosszúságnál nagyobb. Egy ilyen lemezsorozat refrakciós közeget képez. Megfelelő profil kiképzésével sugárgyűjtő hatás érhető el.



10. ábra.



10. ábra.

Vezető lemezek között az elektromágneses hullámok fázissebessége

$$v = \frac{v_0}{\sqrt{1 - (\lambda/2a)^2}}$$

ahol a a lemezek távolsága.

Az ebből adódó törésmutató a szabadtéri sebességnek és a közegben fellépő sebességnek a viszonya:

$$n = \frac{v_0}{v} = \sqrt{1 - (\lambda/2a)^2}$$

A sugárgyűjtő hatás elérésére a dielektromos lencsék domború profiljával szemben, homorú profil szükséges. A lencsevastagság csökkentésére lépcsős profilú lencsákat alkalmaznak.

A fémlencsék lehetővé teszik azonos adó- és vevőhullámú relé-állomás megvalósítását.

A berendezések kivitelezése.

A kivitelezett berendezések elektromos adatai megfelelnek a nemzetközi távkábel-előírásoknak. Felépítésük és kivitelük alkalmas a telefonforgalomban megkövetelt állandó üzem tartásához. A berendezések a folytonos üzem biztosítására automatikusan átkapcsolódó 100%-os tartalékkal épülnek.

A kisebb csatornaszámú, 6–12 csatornás rendszerek a távkábel-technikában szokásos módon transzponált beszédcsatornákkal, a deciméteres vívőhullám frekvenciáját modulálják. A frekvencia-stabilitást az adó- és vevőoldalon kristályvezérlés biztosítja. A nagyobb csatornaszámú, 24 csatornás

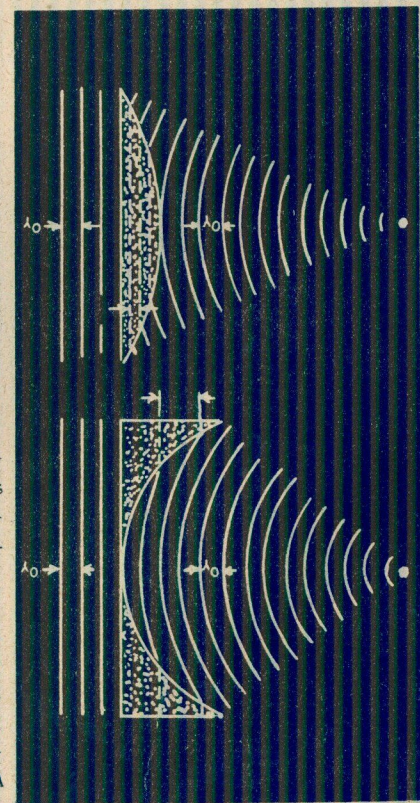
rendszerek impulzus fázis-modulációval, időmultiplex-rendszerben dolgoznak centiméteres hullámhosszakon.

Az irányított sugárzású rendszer befektetési költsége kb. $1/3$ -a a hasonló teljesítményű távkábel-összeköttetés költségének.

A magyar posta a 3 éves terv keretében tervbevette irányított sugárzású összeköttetések létesítését. A terv szerint egy 23 csatornás Budapest–Keszthely összeköttetés az ország nyugati iparvidékét látná el és kiküszöbölne a bakonyi viharzónán áthaladó légvezeték üzemzavarait. Az összeköttetés létesítése három relé-állomás közbeiktatásával oldható meg. A relé-állomások telepítési helyei a terv szerint: Jánoshegy, Fehérvár és Balatonföldvár. Az összeköttetés parabola-reflektorokkal irányított 15 cm hullámhosszon impulzus fázis-modulációs időmultiplex rendszerrel van tervezve.

A nemzetközi rádió-távíró-forgalom szempontjából nagylátóképű Budapest–Székesfehérvár (Sóstó) távbillentyűző összeköttetést a terv szerint hat távíró és egy zenecsatornás frekvencia-modulált, deciméteres hullámú berendezés biztosítaná az eddigi légvezeték helyett.

A továbbiakban optikai átlátás szempontjából kedvező fekvésű, kisszámú relé-állomással megoldható összeköttetések létesítése van tervbevéve.



11. ábra.