

A MIKROHULLÁMU TECHNIKA ELEMEI I.

Az utóbbi években az egész világon a mikrohullámokra esett a rádió-technikán belül a tudományos kutatások súlypontja. A lefolyt világháború alatt minden hatalom féltékenyen őrködött azon, hogy a katonailag fontos eredmények titokban maradjanak és csak rövid idővel ezelőtt indultak meg a részletes közlemények. A kutatás munkájából Magyarországon is kivette részét egy csoport, a híradástechnikusok nagy többsége számára azonban ez az érdekfeszítő kérdéskomplexum ismeretlen, idegen terület maradt. Folyóiratunkban ezért cikksorozatot indítunk meg, mely a mikrohullámi technika elméleti és gyakorlati alapszorgalmait tisztázza és az elért eredményekről rövid tájékoztatást nyújt. A sorozatban az általános kérdések után a hullámok gerjesztését, a dielektromos kábeleket, a kisugárzás módját, a vétel és mérés technikáját, valamint a gyakorlati felhasználás eljárásait fogjuk ismertetni.

A mikrohullámok fizikai tulajdonságai

SIMONYI KÁROLY

Az elektromágneses hullámoknak a röntgen-sugaraktól az egészen hosszú rádióhullámokig terjedő tartományában a mikrohullámok a közép-ső helyet foglalják el. Hullámhosszuk néhány mm-től néhányszor tíz cm-ig terjed. Ezen hullámsáv alatti tartományt elsősorban az optika vizsgálja, míg a fölötte lévő hullámhosszak kimondottan a rádiótechnika keretébe tartoznak. A mikrohullámok elméleti érdekessége éppen ebben a közép-helyzetben van, amennyiben kísérletileg is összekapcsolja és ezzel teljessé teszi az elméletileg azonosnak megállapított sugárzási jelenségeket.

Viselkedésük ennek megfelelően szintén átmeneti. Ez elsősorban a terjedési sajátágaikban mutatkozik meg. Tudjuk, ugyanis, hogy bármiféle hullámmozgás útjába tett tárgyak elsősorban attól függően befolyásolják a hullám terjedését, hogy mekkora az illető tárgy geometriai mérete a hullámhosszhoz képest. Ha a tárgy nagyon nagy a hullámhosszhoz viszonyítva, tükrözést kapunk, ha ellenben nagyon kicsiny, semmi befolyással sincs a hullám terjedésére. Ha a tárgy és hullámhossz nagyságrendben megegyeznek, állanak elő a fényelhajlási jelenségek. Ezért lehetséges egy hosszúhullámú adó vétele a föld bármely pontján és pedig annál jobban, minél hosszabb a hullám. Rövid hullámoknál ez az elhajlási jelenség sokkal kisebb távolságig teszi lehetővé a vételt. Ezeknél azonban egy másik jelenség jön segítségünkre: a rövidhullámok az ionoszférán tükröződnek és így mégis igen nagy távolságokban is vehető a rövidhullámú adás. A mikrohullámok már egyáltalán nem követik a föld görbületét, olyan kicsiny a hullámhosszuk a föld sugarához képest, más szóval teljesen egyenes vonalban terjednek, akár csak az optikai hullámok. Viszont az ionoszféráról sem tükröződnek vissza, amiben szintén a fényhullámokhoz hasonlóak. A magasabb frekvenciájú vagyis rövidebb hullámú rádióhullámok ugyanis az ionoszférának egyre magasabban fekvő rétegén verődnek vissza, míg egy határfrekvencia fölött vagy más szóval egy határhullámhossz alatt egyáltalán nem kapunk visszaverődést.

Ez természetesen hátrányos tulajdonsága a mikrohullámoknak a hosszabb hullámokkal szemben. A fényhullámokkal szemben viszont óriási előny, hogy a levegőben lévő füst, por, ködsem-

csék nem zavarják őket, minthogy a hullámhossz ezekhez képest még mindig nagy. Az esőcseppekről ezt már nem lehet elmondani és ezek az egy-két cm-es hullámokon már észrevehető szóródást okoznak.

A kis hullámhosszal függ össze a mikrohullámok könnyű irányíthatósága is. Említettük, hogy a terjedést csak hullámhossz vagy annál nagyobb méretű berendezéssel tudjuk befolyásolni. Ez a hosszú hullámoknál óriási helyhez kötött berendezéseket, antenna rendszereket kíván, míg a mikrohullámoknál már néhányszor 10 cm vagy legfeljebb néhány méteres berendezéssel igen éles sugárnyalábot tudunk előállítani. Maguk ezek a berendezések külső formájukban is sokszor hasonlítanak az optikai sugárvető berendezésekhez: különböző, elsősorban forgási paraboloid alakú reflektorok, sőt lencsék is szerephez jutnak.

De nem csak az irányító berendezések, hanem a hatásos kisugárzást lehetővé tevő antenna mérete is lecsökken a félhullámhosszhoz megfelelően mm vagy cm nagyságrendűre. Ez egészen könnyű hordozható típusú adó- és vevőberendezések építését teszi lehetővé.

Előállításuk — legalább is elvileg — szintén akár rádiótechnikai, akár optikai módszerrel lehetséges. A rádiótechnikának megvannak a módszerei, hogy egészen magas frekvencián is igen sok elektromosan töltött részt együttes — koherens — rezgésre kényszerítsen (sebességmodulálás, anódfékezés vagy magnetron segítségével).

Tudjuk viszont azt is, hogy a hőszugárzó testek a rádióhullámok tartományába eső sávban is sugároznak, annál nagyobb intenzitással minél közelebb van a sáv a hőhullámokhoz. Ebben az esetben az egyes atomok vagy molekulák nem koherens, tehát egymástól teljesen független sugárzása adódik össze a valószínűség-számítás szabályai szerint váltakozó erősségű elektromágneses sugárzássá. Ez elegendő magas hőmérsékletű és intenzitású hőforrás esetén mikrohullámú vevőkészüléken vehető és adott feltételek mellett a vett rádióhullámok erősségéből a hőfokra lehet következtetni.

A praxis számára — most már pusztán rádiótechnikai szempontból nézve — a mikrohullámok egy igen jelentős tulajdonsága a széles sávú mo-

dulálhatóság, ugyanis minden önálló állomásnak legalább 8–10 ke, frekvencia moduláció esetén vagy különösen távolbalató adó esetén néhány Mc sáv szélességre van szüksége, hogy az adók egymást ne zavarják. Erre a mikrohullámok tartományában bőségesen van hely: pl. a 2–3 cm-ig terjedő hullámhossz-tartomány 5000 Mc széles frekvencia tartománynak felel meg. Tehát csak erre a kis hullám tartományra 2500 2 Mc sáv szélességű adó helyezhető el. Ennek óriási jelentősége van a rádiótelefonias kábelek többszörös kihasználásában.

A mikrohullámok felsorolt tulajdonságai alapján érthetővé válik azok eddigi alkalmazási területe, másrészt gyaníthatjuk az alkalmazások további fejlődését. Ezek szerint tehát mikrohullámokat használnak mindenütt, ahol éles sugárnyalábra van szükség. Elsősorban a különböző háborús és békés célokat szolgáló radar készülékekben

és navigációs segédberendezésekben, valamint ott, ahol könnyű hordozható adó és vevőberendezésre van szükség. Nagy jövő vár a mikrohullámú telefontárára is.

A gyakorlati felhasználási lehetőségeken túlmenően a mikrohullámok elméleti kutató eszközként is szerepelnek: a Nap mikrohullámú rádió sugárzása annak felületi viszonyairól tudósít bennünket. Már ma ismeretesek olyan eredmények, hogy egyes gázok (ammonia, dimethylethen) 1 cm hullámhossznál szelektív abszorbeiót mutatnak. Ez tehát utal arra, hogy a molekulák belső felépítését mikrohullámok segítségével is vizsgálhatjuk. Fontos eredmények várhatók a ferromágneses anyagok és dielektrikumok igen nagy frekvenciájú térben tanúsított viselkedésének tanulmányozásától is. Ezekről várják ugyanis a ferromágneses anyagok szerkezetének kiderítését.

F O L Y Ó I R A T S Z E M L E

NYOMTATOTT ÁRAMKÖRÖK

(C. Brunetti és A. S. Khouri: Printed Electronic Circuits, Electronics, April 1946.)

A cikk leírja, hogyan készítették az áramköröket azoknak a nagyon kis-méretű lokátoroknak, amelyeket ágyuk lövedékeiben helyeztek el.

Ezek a lokátorok rövidhullámon dolgoznak és az u. n. „közelségi gyutacs” (proximity fuze) irányító szervei, melyeknek az a feladata, hogy a lövedéket felrobbantsák mielőtt az a célba vett repülőgépet egy adott távolságra megközelíti. A közelségi gyutacs nagyon fontos eszköz volt a támadó légierők és a szárnyas bombák elleni elhárító harcban, mert a lövedékek találati valószínűségét megsokszorozta.

A gyutacs minden része: rádió-adó-vevő, az időelőtti robbanást meggátló biztosítóberendezés és az áramforrás együttesen elfért a lövedék belsejében akkora helyen, mint ami egy 6LG-eső nagyságának felel meg (vagyis kb. 140 mm hosszú és 55 mm átmérőjű henger alakú térben).

Maguknak a gyutacsoknak és a bennük alkalmazott törpe rádiócsöveknek a részletes ismertetése a folyóirat más számában jelent meg, fenti cikk csupán az áramkörök újszerű, a konvencionálisról teljesen eltérő kiviteléről számol be.

Ezek az áramkörök ugyanis vékony szteatit-lemezre való nyomtatás útján készültek. A vezetékek szerepét ezüst-fémmelek, illetve ezüstoxyddal nyomtatott vonalak képviselik. Az ellenállásokat ezüstözött foltokat összekötő, szén-gyanta-keverék felszórásával előállított csíkok alkotják. Korongalakú keramikus kondenzátorok vannak a szteatitlap megfelelő helyeire erősítve, és a rádiócsövek is a szteatitlapra vannak felerősítve kive-

zetéseiknek a megfelelő pontokra való forrasztása által.

A leírás kiterjed a nyomtatási technika részleteire is.

A fenti technikával készült áramkörök mechanikai szilárdság szempontjából igen szigorú követelményeknek kellett, hogy megfeleljenek. A lövedék kilövésének pillanatában ugyanis olyan gyorsulás áll elő, mely a nehézségi gyorsulásnak sokezerszerese, azonkívül a lövedék pergő mozgása folytán nagy centrifugális erő keletkezik.

A nyomtatási technikával készült áramkörök alkalmasnak látszanak kisméretű zsebrádiókban és nagyothallók számára készült erősítőkből való használatra is.

K. A.

GÁZTÖLTÉSŰ ELEKTRONCSŐ MÁGNESES VEZÉRLÉSSEL

(R. E. B. Makinson, J. M. Somerville, K. R. Makinson, P. Thonemann. University of Sidney, Australia.)
Journ. of Appl. Physics,
1946 július.

A cikkben ismertetett vezérlési mód egy jelben alapszik, melyet már 1913-ban leírt Strutt, a hollandi Philips-laboratóriumok ismert elektroncsőtervezője. A jelenség a következő: bizonyos elektróda elrendezéseknél — mint például koaxiális hengerek között — kellő erősségű mágnesestér alkalmazásával meg lehet indítani az áram folyását még olyan kicsiny gáznyomás esetén is, amelyben mágnesestér nélkül az adott körülmények között önálló kisülés nem állhatna fenn. Ha ugyanis a gáz sűrűsége bizonyos értéknél kisebb, akkor az egyes elektródnok ionizáló összeköztökecsének száma túl kevés az ionizáció fenntartásához. Ha azonban

a mágnesestér hatására az elektronpályák annyira meghosszabbodnak, hogy az átlagos ionizáló összeköztökecsének száma kellően megnövekszik, akkor a kisülés megindul.

Kísérleti csövekben sikerült a szerzőknek 1–10 microsec. időtartamú 200 Amp erősségű áramlökéseket előidézni 1200-szor másodpercenként. A feszültség 10.000 Volt nagyságrendű, az impulzus-teljesítmény 2 Megawatt volt.

A vezérlésnek ez a módja különösen érdekes, mert vele nem csak indítani lehet az áramot, hanem mindaddig, amíg ívkisülés nem lép fel, megszakítani is lehet, a mágnesestér megszüntetése révén. Az eddig ismert rácsvézérlésű gáztöltésű csövekben tudvalevően az áramot csak indítani lehet, de a rácsvézérlésével azt megszakítani nem tudjuk.

A mágneses vezérléssel elért megszakítási teljesítményre a szerzők a következő adatokat közlik: 50 Amp, 3000 Volt, 1 microsec. alatt.

A kísérleteket Radar-adók céljára folytatták.

K. A.

STRATOVISIO

(C. E. Nobles. *Electronics Digest* 2. füzet 3–12. oldal)

Köztudomású, hogy az ultrarövidhullámú rádióközvetítés leglényegesebb akadályai közé tartozik az a körülmény, hogy ezek a sugarak csak egyenes vonalban terjednek és így a föld a görbülete folytán még egy torony tetejéből is csak kis távolságra — a látóhatár széléig — jutnak el.

A Westinghouse Co. Columbus tervvel szerű tervvel állott elő ennek a nehézségnek a leküzdésére. Azt ajánlja, hogy az egész adóállomást egy légierő nagyságú repülőgépre szereljék bele, ami 9–10 km magas-