

Egyedi címzésű szekunder rádiólokációs rendszer

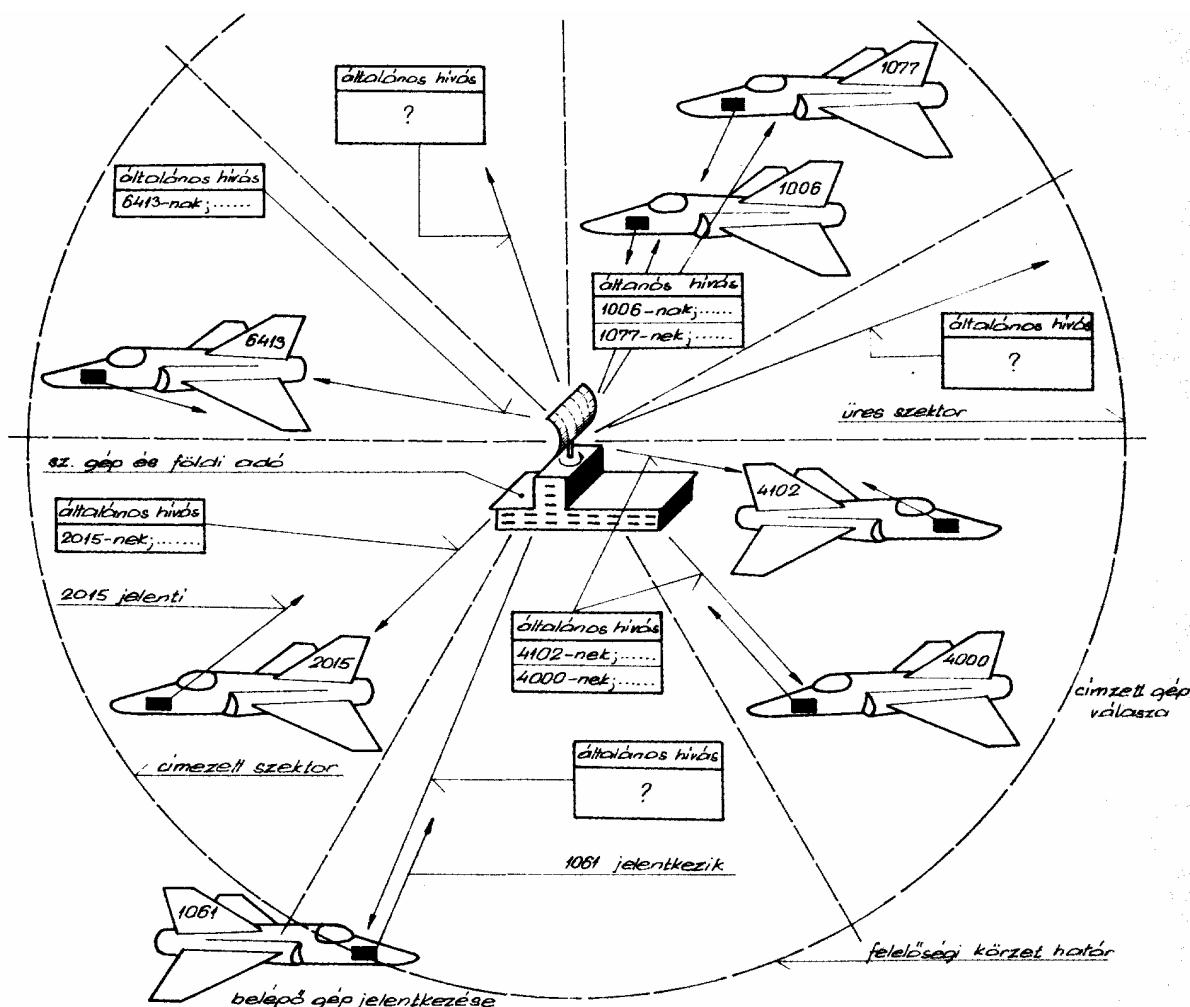
DR. SERES GYÖRGY mérnök alezredes, a hadtudományok kandidátusa

A Haditechnika 1982. évi 2. számában ismertettük a repülésirányításban jelenleg alkalmazott szekunder rádiólokációs rendszereket. Cikkünk ezek perspektívájával, továbbfejlesztési irányjaival foglalkozik.

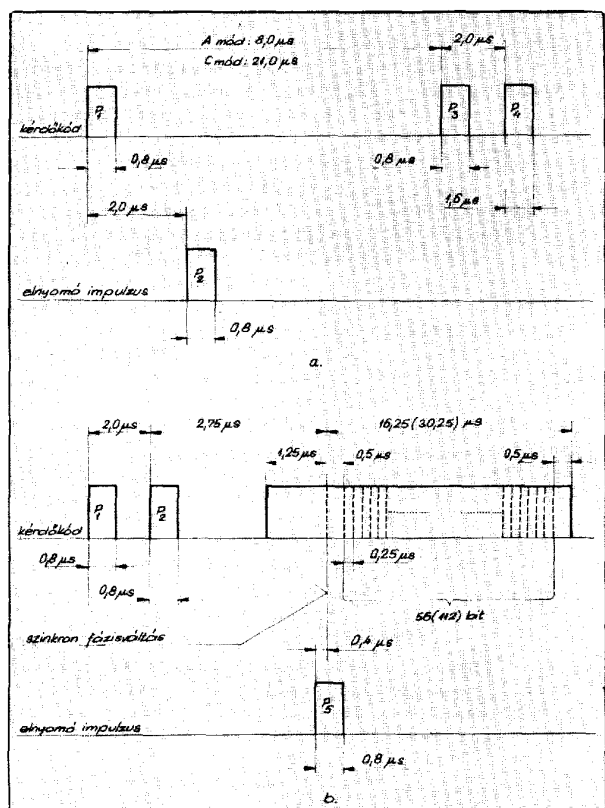
A nemzetközi légi forgalomban, illetve a Szovjetunió belföldi légi járatainál alkalmazott szekunder rádiólokációs rendszerek lehetővé tették a légiforgalmi irányító rendszerek automatizálását. Ezzel jelentősen hozzájárultak a légi közlekedés biztonságának növekedéséhez.

A légi forgalom gyors ütemű fejlődése ma már oda

vezetett, hogy a nagy forgalmú légi csomópontok körzetében működő nagyszámú földi szekunder rádiólokátor, illetve fedélzeti válaszadó kölcsönös zavarása következtében, a szekunder rádiólokációs információk megbízhatósága nem elegendő az automatizált légiforgalmi irányító rendszerek hatékony működéséhez.



1. ábra: Az egyedi címzésű szekunder rádiólokációs rendszer működési elve



2. ábra: A földi kérdezőlokátor általános és egyedi címzésű kérdőkódja
 a - az általános hívás kérdőkódja (a P₁; P₃, illetve P₂ kód megegyezik a jelenlegi ICAO-kérdőkóddal);
 b - az egyedi címzésű hívás kérdőkódja (a címzést és a föld-fedélzet információkat a P₄ impulzuson belül, a vivőhullám relatív fázismódulációs kódolása hordozza)

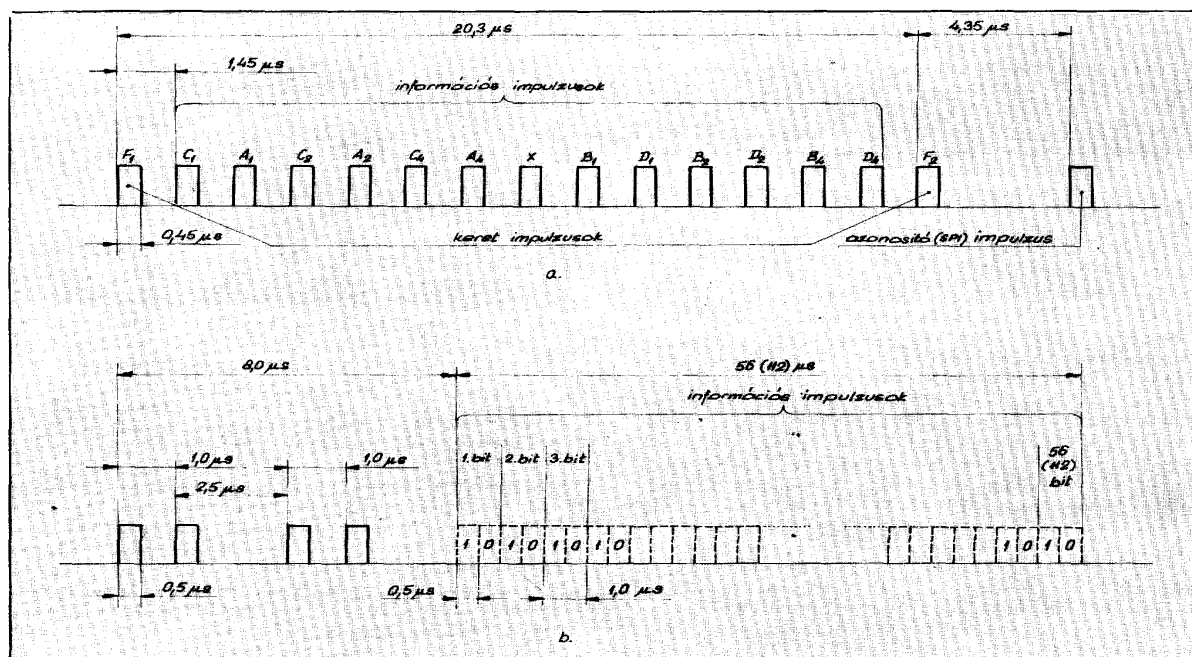
A szekunder rádiólokáció „alapszabály-módosítása”

A jelenlegi szekunder rádiólokációs rendszereken belüli kölcsönös zavarásokat a légiforgalmi irányításban alkalmazott rendszerek „alapszabálya” eredményezi: „Minden fedélzeti válaszadó köteles minden földi szekunder rádiólokátor megfelelő kérdőkódjára megfelelő válaszoddal felelni.” A repülőeszközök fedélzeti válaszadói a nagy forgalmú körzetekben túlterhelődnek - telítésbe kerülnek. Emiatt válaszközlemények gyakran kimaradnak, és így csökken a felderítési valószínűség, illetve az automatikus követés megbízhatósága. A különböző repülőeszközöktől származó válaszközlemények nagy száma miatt a földi lokátorok dekódoló, adatleszedő (extraktor) berendezései és adatátviteli csatornáit szintén telítésbe kerülhetnek ami tovább rontja a helyzetet.

A kölcsönös zavarások csökkentése csak a szekunder rádiólokáció „alapszabályának” megváltoztatásával érhető el. Az új alapszabály lényege: „Minden fedélzeti válaszadó csak annak a földi kérdező rádiólokátornak válaszoljon, amelytől az adott repülőeszközt irányító földi repülésirányító munkahely a léghelyzet-információkat kapja.”

A szekunder rádiólokáció új „alapszabályának” technikai megvalósítása nagyon bonyolult új eszközrendszer – egyedi egyeztetési tevékenységet és hosszú időt igényel. Az egyedi címzésű szekunder rádiólokációs rendszer működését az 1. ábra szemlélteti.

Jelenleg már kísérleteket folytatnak az egyedi (diszkrét) címzésű szekunder rádiólokációs rendszerek kifejlesztésére a két, legnagyobb légi forgalmat lebonyolító országban, az Egyesült Államokban és a Szovjetunióban, valamint a szekunder rádiólokáció szülőhazájában, Angliában. Az eddigi eredmények alapján, a Nemzetközi Polgári Légügyi Szervezet (angol rövidítése: ICAO) keretein belül már megkezdődött az előzetes egyeztető munka, amely egyrészt az egyedi címzésű szekunder rádiólokációs címzésű szekunder rádiólokációs rendszer - kifejlesztését igényli. Bevezetése és elterjesztése pedig óriási szervezési és egyeztetési tevékenységet és hosszú időt igényel.



3. ábra: A fedélzeti válaszadó jelenlegi és javasolt válaszkód-struktúrája;
 a - a jelenlegi rendszer ICAO válaszkód-struktúrája,
 b - az egyedi címzésű rendszer válaszkód-struktúrája



4. ábra: Több célú display a hagyományos műszerek mellett egy helikopter vezetőkabinjában

Az egyedi címzés előnyei

Az egyedi címzésű szekunder rádiólokációs rendszer bevezetése, a jelenlegi rendszerekkel szemben - a rendszeren belüli kölcsönös zavarások csökkentésén, vagyis a repülőeszközök felderítési valószínűségének és automatikus követési megbízhatóságának növekedésén kívül -, a légi forgalom irányításának automatizálásában még egyéb előnyöket is kínál.

Ezek az előnyök, mindenekelőtt abból származnak, hogy az egyedi címzés lehetővé teszi nemcsak a „fedélzet-föld”, hanem a rendszer funkcionális feladatainak meghatározására, másrészt jelstruktúrájának szabványosítására irányul „föld-fedélzet” irányú automatikus információs csatorna létrehozását is. A jelenlegi rendszerekben a fedélzeti válaszadó az egyedi azonosítást tartalmazó „járatszám” („lajstromszám”) információs közlemény mellett, egyéb fedélzeti információkat is automatikusan továbbít a földi kérdezőlokátorok számára (lásd Haditechnika 1982., 2. szám). Az új rendszerben, a földi kérdezőlokátorok az egyedi címzést tartalmazó információs közleményt is továbbíthatnak a fedélzetre, amely a címzett repülőeszköz fedélzetén kerülhet megjelenítésre. Az így létrejövő automatikus „föld-fedélzet” információs csatorna lehetővé teszi a repülőeszköz automatizált fedélzeti rendszereinek összekapcsolását az automatizált földi irányító munkahelyekkel. Ez jelentősen csökkentheti a szóbeli rádiókapcsolat objektív és szubjektív hibáit a repülésirányításban -különösen rendkívüli helyzetekben (például a más repülőeszközzel vagy a földdel való ütközés közvetlen veszélye esetén).

Ezenkívül, a „fedélzet-föld” információs csatorna megbízhatóságának megnövekedése - a túlterhelés veszélyének csökkenése - következtében bővíthető a fedélzetről a földi irányító munkahelyekre automatikusan továbbítható információk köre (pl. a repülési sebességvektor, az emelkedési vagy süllyedési sebesség, fordulóban a szögsebesség adatai, a navigációs adatok, a legfontosabb fedélzeti berendezések technikai állapotadatai stb.).

Az új rendszer elemei

Az egyedi címzésű szekunder rádiólokációs rendszer, a jelenlegi rendszerekhez hasonlóan, fedélzeti és földi alrendszerekből áll. Az egyes alrendszerek azonban már lényegesen bonyolultabbak, mint a jelenlegiek.

A fedélzeti alrendszer alapeleme továbbra is az automatikus válaszadó, amely azonban az egyedi címzőkód és a „föld-fedélzet” információs kódközlemények dekódolására is alkalmas.

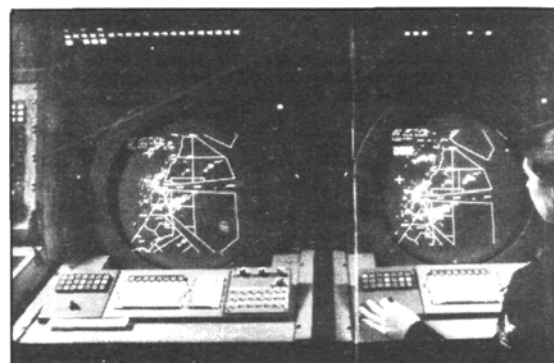
A vett közleményeket megjelenítő berendezésnek alkalmasnak kell lenni az ütközési veszély, az előírt repülési magasság, sebesség és irány, a rádió-összeköttetés frekvenciája, az ellenőrző pontok átrepülési

ideje, a meteorológiai adatok és egyéb információk kijelzésére.

A válaszadónak rendelkeznie kell a különböző fedélzeti mérő- és jelzőberendezések navigációs rendszerek információit fogadó és az automatikus „fedélzet-föld” csatornához illesztő berendezésekkel, valamint egyedi közleményeknek e csatornán való továbbítását biztosító billentyűzettel.

A földi alrendszert az egyedi címzésű szekunder rádiólokátor mellett bonyolult számítógéprendszer, adatátviteli csatornák és a légiforgalom-irányító munkahelyek megjelenítő- és vezérlőberendezései alkotják.

A rádiólokátor megfelelő működését az egyedi címzésű szekunder rádiólokációs rendszerben csak számítógép-vezérléssel lehet megoldani. Számítógép szervezi az adatátviteli rendszert is, mivel a különböző munkahelyek információigényét és a légtér különböző pontjaiban tartózkodó információforrások - a repülőeszközök egyedi címzésű válaszadójának - „lekérdezését” időben csak így lehet összehangolni. Emellett a számítógép elvégzi a rádiólokációs információk feldolgozását, a légi helyzet értékelését és a veszélyes megközelítések - a repülőeszközök egymással, illetve a földdel történő ütközésének -előrejelzését is.



5. ábra: A repülőtér körzetének forgalmát ábrázoló munkahelyi display

Az automatikus „föld-fedélzet” és „fedélzet-föld” csatorna jelstruktúrája

Az egyedi címzésű szekunder rádiólokációs rendszer eszközeinek és eljárásainak kifejlesztése hosszú időt fog igénybe venni, de még sokkal több idő szükséges a rendszer elterjedéséhez, rendszerbe állításához. Ezért az új rendszernek még nagyon sokáig együtt kell élnie a jelenlegi szekunder rádiólokációs rendszerekkel, illetve azok eszközeivel. Ezért mindenképpen biztosítani kell a két rendszer jelstruktúrájának kompatibilitását. A két rendszer „együttélésének” alapvető feltétele a kérdő és a válaszjelek frekvenciájának azonossága. Ennek megfelelően, az egyedi címzésű szekunder rádiólokációs rendszer tervezett kérdő- és válaszfrekvenciája megegyezik a jelenlegi ICAO-rendszer frekvenciáival, és polarizációs síkjuk is

A földi kérdezőlokátor általános kérdőkódjai szintén megegyeznek a jelenlegi ICAO-rendszer impulzuskód-modulációs (PCM) kódjaival, a címzett kérdés és az automatikus „földfedélzet” adás azonban relatív fázismodulációval (RPM) történik (a szovjet javaslat szerint 56 vagy 112 bit információ tartalommal, lásd a 2. ábrát).

A fejlesztés jelenlegi stádiumában a „föld-fedélzet” és a fedélzet-föld” csatornán továbbítandó információtartalomra vonatkozóan még nem alakultak ki végleges elképzelések. A szovjet javaslat szerinti információk (a címzés, illetve a járatszám mellett) az alábbiak azonos.



6. ábra: Egy lézer-display az információfeldolgozás magasabb szintjén alkalmazott egyik megjelenítőeszköz

Föld-fedélzet irányban:

- ütközési veszélyjelzés;
- előírt (vagy minimális) repülési magasság;
- előírt repülési sebesség;
- előírt repülési irány;
- a rádió-összeköttetés frekvenciája;
- a kijelölt ellenőrző pontok feletti átrepülés ideje;
- meteorológiai adatok;
- általános jellegű információ.

Fedélzet-föld irányban:

- a repülési sebességvektor adatai;
- függőleges (emelkedési vagy süllyedési) sebesség;
- a forduló szögsebessége; — a repülési magasság;
- a fedélzeti navigációs rendszer adatai;
- a legfontosabb fedélzeti berendezések technikai állapotadatai.

Láthatóan ez az adattömeg olyan mértékben meghaladja a csak azonosításra és esetenkénti kiegészítő információadásra tervezett jelenlegi rendszer képességeit, hogy minőségileg új rendszerről beszélhetünk. A telítés veszélye nélkül olyan — folyamatos jellegű — kapcsolat alakul ki a földi és fedélzeti rendszerek között, mely a jelenleginél lényegesen sűrűbb légi forgalom igényeit is képes hosszú távon kielégíteni.