

A rádióelektronikai háború új eszközei: a széttelapított rádiólokátor

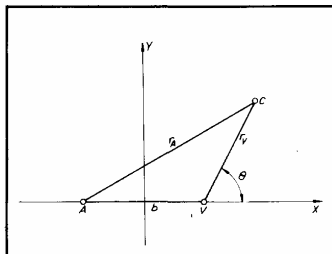
DR. SERES GYÖRGY mérnök alezredes,
a hadtudományok (haditechnika) kandidátusa

A korszerű rádióelektronikai harc egyik nagy dilemmája: ha nem működik a rádiólokátor, akkor nem tudom, hol az ellenség, ha viszont működik, akkor ő is tudja, hol vagyok.

A rádióelektronika egyik tanára tömören így jellemezte a rádiólokátort: olyan elfajzott rádió, amelynél az adó és a vevő egy helyen van. Pedig az első rádiólokátoroknál az adó és a vevő még önálló antennával rendelkezett és külön települt. Csak később, az impulzusüzemű rádiólokáció és az antenna-átkapcsolók kifejlesztése után vált lehetségessé a közös adó- és vevőantennájú, „kompakt”, egyesített rádiólokátor-állomások létrehozása, melyek a második világháború alatt és az azt követő évtizedekben szinte egyeduralgók voltak a légvédelem és a légiforgalom-irányítás területén.

A rádiólokációs zavarás - zavarvédelem dialektikája

Ez az egyeduralom a rádióelektronikai harc területén is megmutatkozott. A rádiólokációs felderítést akadályozó ellentétekenység módszereit és eszközeit is az egyesített - közös telepítésű adóval és vevővel rendelkező - rádiólokátorok bénítására, lefogására dolgozták ki. Kezdvé a passzív zavart létrehozó dipólfelhőtől, a különböző zaj-, aszinkron- és szinkronjeleket visszasugárzó aktív zavaradókon át, az önrávezető rádiólokátor elleni rakétájáig.

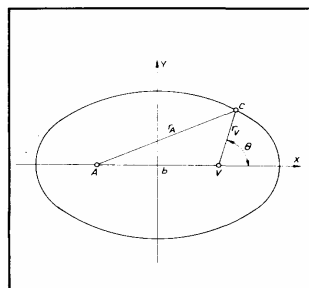


1. ábra: A távolságmérés e/v e széttelapított rádiólokátorral

A háború dialektikájának megfelelően, a rádiólokációs ellentétekenység hatásainak csökkentésére az egyesített rádiólokátorok

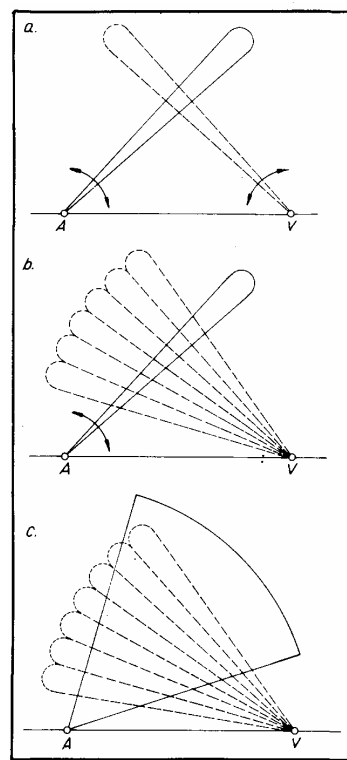
részére különböző zavarvédelmi eljárásokat és eszközöket dolgoztak ki, amelyek többé-kevésbé csökkentik a zavarás hatását, és növelik a célfelderítés és -követés valószínűségét zavarviszonyok között is. Az önrávezető rakéták megjelenése azonban már minőségileg új helyzetet teremtett a rádióelektronikai harc területén. Az egyesített rádiólokátor-állomásoknál e rakéták elleni egyetlen „zavarvédelmi” eljárás ugyanis a kisugárzás megszüntetése - ez pedig egyenlő az érintett rádiólokátor-állomás célfelderítési valószínűségének nullára csökkentésével. Ez a feloldhatatlannak tűnő ellentmondás újból a szinte már feledésbe merült konstrukcióra, a széttelapított rádiólokátorra irányította a figyelmet, amelynél az adó és a vevőpont jelentős távolságra van egymástól.

Könnnyen belátható ugyanis, hogy a különálló adó- és vevőberendezésekből álló rádiólokációs információs rendszer zavarállóbb és életképesebb az egyesített rádiólokátorokból álló információs rendszerénél. Különösen akkor, ha figyelembe vesszük, hogy az egy adóból kisugárzott és a céltárgyról a tér minden irányába visszaverődő elektromágneses jeleket több vevőponton is fel lehet



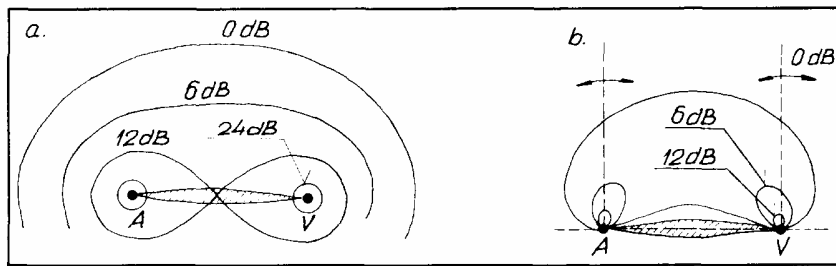
2. ábra: Felderítési zóna széttelapított rádiólokátor esetén vízszintes síkban

dolgozni egyidejűleg, illetve egy vevőponton több adótól származó visszavert jelek is feldolgozhatók. **A követelmények fokozódása**

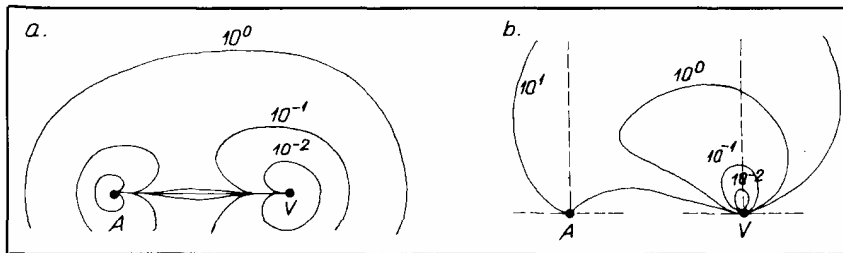


3. ábra: Jellegetes antennesugárnyaláb-formák széttelapított rádiólokátornál

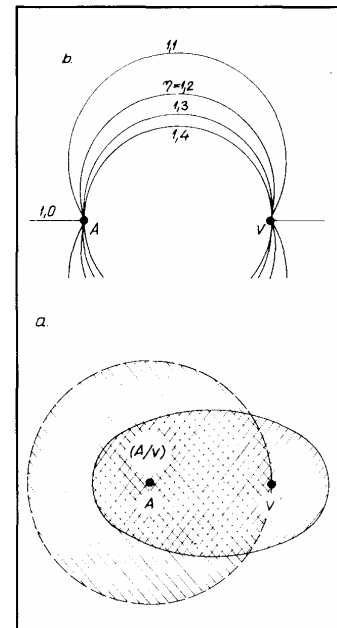
Az önrávezető rádiólokátor elleni rakéták megjelenése azonban csak az utolsó lökést adta meg a széttelapított rádiólokátorok kifejlesztéséhez, illetve a légvédelem területén való alkalmazás lehetőségének kutatásához. A rádiólokátorokkal szemben támasztott követelmények ugrásszerű növekedése ugyanis már az 50-es, 60-as években oda vezetett, hogy több, különleges területen (műholdak felderítésében és követésében, a rádió-csillagászatban, a földi és fedélzeti légvédelmi rakéta-irányító rendszerekben) újra elkezdtek alkalmazni a széttelapított rádiólokátorokat.



4. ábra: Konstans jel-zaj viszony görbék széttelepített rádiólokátor esetén a - körkörös; ill. b - szektoros területapogás esetén



5. ábra: Helyzet-meghatározási hiba azonos értékű hely görbéi széttelepített rádiólokátor esetén: a - körkörös, ill. b - szektoros területapogás mellett



6. ábra: Egyesített és széttelepített rádiólokátor felderítési zónája a - és mérési hibájának összehasonlítása - b

Az adó és a vevő széttelepítésének két alapvető oka volt. Az első: a hatótávolság és a felderítési valószínűség növekedése az adóteljesítmény, illetve a vevőérzékenység növelésével érhető el. Egy adott határon túl, ezt közös antennával már nem lehet megvalósítani, különösen nem folyamatos üzemi Doppler-lokátorok, illetve bonyolult, többszörös modulációja rádiólokátorok esetén.

A második ok: az az igény, hogy a légvédelmi rakéták fedélzetén minél kisebb tömegű és energiaigényű berendezések legyenek. Így alakultak ki a félaktív önrávezetű légvédelmi rakéták, amelyeknél a célt besugárzó adó a földön, illetve az elfogó vadászpilóta repülőgépen települ, a rakéta fedélzetén pedig csak a vevő- és a koordináta-meghatározó berendezés van.

A 70-es évek második felében már megkezdődtek a kísérletek a széttelepített lokátorok légvédelmi felderítésben való alkalmazásával is. A lokátor elleni önirányított rakéták elleni védekezésben különösen biztató eredmények születtek a repülőgép-fedélzeti adóval és földi vevővel működő rendszerekkel.

A széttelepített rádiólokátorok osztályozása

Mindenekelőtt magát a fogalmat kell tisztáznunk: A továbbiakban széttelepített rádiólokátor (a szovjet szakirodalomban: raznyeszjonnije ragyiolokacionnije sztancii- RRSZ; az angol nyelvű szakirodalomban: bistatic, illetve multistatic radar)

alatt az olyan rádiólokációs állomásokat, illetve rendszereket értjük, amelyeknél az adó, illetve a vevő önálló antennával rendelkezik, és a távolságmérési hibánál jelentősen nagyobb távolságban van egymástól.

Az adó és a vevő közötti távolság függvényében megkülönböztetünk kis, illetve nagy bázistávolságú rádiólokátor-állomásokat, attól függően, hogy a bázistávolság hogyan aránylik a hasonló paraméterekkel (adóteljesítmény, vevőérzékenység stb.) rendelkező egyesített rádiólokátor-állomás (szovmescsonnaja RLSZ, illetve monostatic radar) felderítési távolságához. Amennyiben egy adó célról visszavert jeleit több vevő, illetve egy vevő több adó célról visszavert jeleit dolgozza fel, akkor sokbázisú széttelepített rádiólokációs rendszerről beszélhetünk. Változó bázistávolságú, széttelepített rádiólokációs rendszernél az adó, illetve a vevő mozgó objektum (repülőgép, rakéta) fedélzetén települ, ezért az adó és a vevő közti bázistávolság folyamatosan változik.

Távolságmérés

Egyesített rádiólokátor-állomás esetén a távolságmérés elve egyszerű, mivel az adó által kisugárzott jel, a céltárgyról visszaverődve, ugyanakkora utat tesz meg. Így a lokátor és a céltárgy távolsága:

$$r = \frac{c \cdot t}{2}, \quad (1)$$

ahol

- c - az elektromágneses hullám terjedési sebessége;
- t - az adás és a vétel időkülönbsége.

Széttelepített rádiólokátor esetén a jel: az adótól a céltárgyig r_A , a céltárgytól a vevőig r_V utat tesz meg (1. ábra). A cél vevőhöz viszonyított távolságának meghatározása az AVC háromszög alapján történhet. Ennek érdekében a vevőponton - a visszavert jel vételére szolgáló vevő mellett - egy referenciavevőre van szükség, amely az adó által kisugárzott jelet a b bázistávolságnak megfelelő, állandó késéssel veszi. A cél távolságát a vevőpont-hoz viszonyítva a következő összefüggés szerint határozhatjuk meg:

$$r_V = \frac{r}{2} \cdot \frac{r + 2b}{r + (1 + \cos \theta) \cdot b}, \quad (2)$$

ahol

$$r = (r_A + r_V) - b \quad (3)$$

az adó-cél-vevő és az adó-vevő távolság (bázis) különbsége, illetve

$$r_V = \frac{r}{2} \cdot k, \quad (4)$$

ahol

$$k = \frac{r + 2b}{r + (1 + \cos \theta)b} \quad (5)$$

„Körfelderítő” széttelapított rádiólokátor

A körfelderítő egyesített rádiólokátor-állomással analóg módon működő széttelapított rádiólokátor esetén a vevőponton a cél r_v távolságának meghatározásához, a (2) összefüggés szerint, szükséges a cél θ irányszögének ismerete is. (Az egyesített lokátoroknál a cél-távolság az iránytól függetlenül mérhető, az [1] összefüggés szerint.)

Mivel az egyesített rádiólokátor-állomásoknál az adó által kisugárzott jel a célról visszavert jellel azonos utat tesz meg, ezért természetesen, az azonos csillapításhoz tartozó távolságok - és így a 0 dB jel-zaj viszonyhoz tartozó felderítési távolság is - egy kör mentén helyezkednek el.

Széttelapított lokátor esetén az azonos csillapítású pontok a vevőponttól olyan távolságban helyezkednek el, ahol a (3) összefüggés szerinti r távolság - vagyis, állandó b bázistávolság esetén az azonos adó-cél-vevő ($r_A + r_v$) út állandó, így a 0 dB jel-zaj viszonyhoz tartozó felderítési zónahatár egy olyan ellipszisen helyezkedik el, melynek két gyújtópontja az adó, illetve a vevő helyével esik egybe (2. ábra). Egyesített rádiólokátornál a közös adóvevő antenna sugárnyaláb formája határozza meg a cél irányszög-mérés lehetőségeit. széttelapított lokátor esetén az adó és a vevő külön antennával rendelkezik, és a lokátor felderítési feladatainak megfelelően, ezek különböző formájú sugárnyalábbal rendelkeznek. Ezek közül néhány jellegzetes példát mutat be a 3. ábra.

A 3. ábrán mind az adó-, mind a vevőantenna hasonló irányélességű, és ezek megfelelően összehangolt mozgatásával történik a felderítésre kijelölt légtér letapogatása.

A 3. ábra olyan rendszert szemléltet, amelynél a vevőantenna-rendszer több, egymással érintkező, keskeny sugárnyalábbal fedli le a kijelölt légtér, és az adóantenna mozgatásával történik a letapogatás.

A 3/c ábrán széles adóantenna-sugárnyaláb végzi a kijelölt légtér besugárzását, a vevő pedig, a 3/b ábrához hasonló, osztott sugárnyalábú antennarendszerrel rendelkezik.

A légtér letapogatása ilyen, vagy ezek kombinációjából adódó antenna-sugárnyalábformákkal történik a széttelapított rádiólokátorok esetében.

A 4. ábra görbéi azt Szemléltetik,

A (2) : (5) összefüggést elemezve több következtetést vonhatunk le a hogy a hasonló paraméterekkel rendelkező egyesített rádiólokátor-állomás felderítési távolságával azonos bázistávolságú, széttelapított lokátor esetén hogyan alakulnak a konstans jel-zaj viszonyhoz tartozó távolságok körkörös (a), illetve szektoros (b) területapogatás mellett.

Az 5. ábrán azt mutatjuk be, hogyan alakulnak széttelapított lokátornál a cél helyzetétől függően, az azonos helyzetmeghatározási hibaterülethez tartozó görbék, körkörös (a), illetve szektoros (b) területapogatás mellett (helyzetmeghatározási hibaterület alatt a távolság és szögmerési hiba szorzata által meghatározott területet értjük).

A 6. ábra egy körfelderítő egyesített rádiólokátor-állomás és egy hasonló paraméterekkel rendelkező (azonos adóteljesítményű és vevőérzékenységű, azonos modulációs módú és antenna-irányélességű) széttelapított lokátor felderítési zónájának és helyzetmeghatározási hibaterületének összehasonlítását szemlélteti.

A 6/a ábrából kitűnik, hogy a széttelapított lokátor esetén az adóvevő irányú felderítési távolság mintegy 50%-kal nagyobb az adótól mérve, mint az ekvivalens egyesített rádiólokátor-állomásnál, ellenkező irányban, és erre merőlegesen viszont kb. hasonló arányban kisebb. Ennek különösen a kis magasságon repülő célok felderítésében van nagy jelentősége. A főirányba mintegy „előretol” vevőt nem veszélyeztetik a lokátor elleni önrávezető rakéták (mivel a vevőponton kisugárzás nincs), a nagyobb távolságban pedig, a föld görbülete miatt, a földi álló célokról lényegesen kevesebb zavarójel verődik vissza.

A 6/b ábra azt mutatja, hogy az adó és a vevőpont közötti térrészben a széttelapított lokátor legfeljebb 40%-kal nagyobb mérési hibával dolgozik, mint az ekvivalens egyesített rádiólokátor-állomás. Az ábrán szereplő arány

$$\eta = \frac{|P_{sz}|}{|P_e|} \quad (6)$$

ahol

$|P_{sz}|$ - a széttelapított lokátor helymeghatározási hibaterülete;
 $|P_e|$ - az ekvivalens egyesített rádiólokátor

A fentiekből önként adódik az a megoldás, hogy a két rendszer párosításával kombinált lokátort hozunk létre. Ekkor a 6/a ábrán

különböző széttelapított rádiólokátor-rendszerekre vonatkozóan.

ferdén vonalkázott területen az adóval együtt telepített vevő végzi a felderítést és a megfelelő pontosságú helyzet-meghatározást, az előretolt vevőponton pedig meg-növekszik a főirányból érkező légi célok felderítési távolsága, és a rendszer felderítési zónája a függőlegesen vonalkázott területtel.

A bázistávolság és a célirány hatása

Az eddigiekben olyan nagy bázistávolságú széttelapított lokátorokról volt szó, amelyeknél az adó és a vevő közti bázistávolság azonos, vagy azonos nagyságrendű az ekvivalens egyesített lokátor felderítési távolságával. Ez ilyen állandó bázisú (stabil telepítésű) széttelapított rádiólokátor-állomás elvi vázlatát a 7. ábra szemlélteti. Az egyesített rádiólokátor-állomásoktól ez a megoldás alapvetően abban különbözik, hogy az egymástól b távolságra, külön telepített adó (A) és vevő (V) közötti szinkron működést a referenciavevő (RV) által vett adójelek végzik. A korrelátor és jelfeldolgozó (K) berendezés feladata is bonyolultabb, mint az egyesített lokátor esetében. Az adó által a cél felé kisugárzott és a fővevő által vett alapjel - amely a cél r_A , a céltól a vevőig r_v utat tesz meg -, illetve a referenciajel alapján - mely b utat tesz meg - a (2), illetve (4) összefüggésnek megfelelően, a bázistávolságtól és a cél irányától függő korrekcióval kell vezérelnie a légi helyzet ábrázolását az indikátoron. Egy korrigálatlan és egy korrigált indikátorképet mutat a 15/a, illetve b ábra.

Térjünk most vissza a céltávolság meghatározásához, amely széttelapított lokátornál a (2) :- (5) összefüggés szerint történik. A (4) összefüggésből azt látjuk, hogy a cél-vevő távolság:

$$r_v \approx \frac{r}{2}, \text{ ha } k \approx 1, \quad (7)$$

vagyis a k tényező közel 1 értéke esetén az r_v értéke a (3) összefüggés szerint csak az adó-cél-vevő, illetve adó-vevő távolságtól függ, tehát a cél szöghelyzetének ismerete nélkül is meghatározható. Ez az eset a k tényezőt meghatározó változók (r, b, θ) alábbi értékeinel fordul elő:

$$k \approx 1, \text{ ha } \begin{cases} r \gg 2b & (8/a) \\ \theta \approx 0 & (8/b) \end{cases} \quad (8)$$

Az első eset - vagyis az, amikor a

bázistávolság elhanyagolható a céltávolsághoz képest - vagy az igen nagy hatótávolságú rádiólokátorok (elsősorban csillagászati és bolygóközi űrhajót követő rádiólokátorok), vagy az igen kis bázistávolságú (lényegében egyesített) lokátorok esetén áll fenn.

A második - és vizsgálataink szempontjából érdekesebb - eset, amikor a cél iránya (Θ) csak kevéssel tér el az adó-vevő iránytól. Azért is érdekes ez, mert a \cos függvény a 0° környezetében csak igen lassan változik, így a (8/b) összefüggés elég széles szögterületben fennáll.

$$\left. \begin{aligned} 0,999 < k \leq 1, \text{ ha } \theta = 0^\circ \pm 4^\circ \\ 0,99 < k \leq 1, \text{ ha } \theta = 0^\circ \pm 14^\circ \\ 0,9 < k \leq 1, \text{ ha } \theta = 0^\circ \pm 45^\circ \end{aligned} \right\} (9)$$

vagyis, ha a cél $\pm 4^\circ$ -os tartományon belül van az adó-vevő irányhoz képest, a távolság-meghatározást az irányszög elhanyagolása egy tized százalékkal, de még $\pm 45^\circ$ -os eltérés esetén is csak 10%-kal befolyásolja.

Ennek a ténynek igen nagy jelentősége van a mozgó bázisú széttelepített rádiólokációs rendszerek esetén. Ugyanis, ha a vevőpont az adó és az általa besugárzott cél közé esik, és az adó-vevő, illetve vevőcél egyenes iránya nem tér el lényegesen - lásd a (9) összefüggéseket -, akkor a cél távolsága a (7), illetve a (3) összefüggések alapján, kizárólag időmérésre visszavezetve határozható meg:

$$r_v \approx \frac{c \cdot t}{2}, \quad (10)$$

ahol

$$t = \frac{(r_A + r_v) - b}{c}, \quad (11)$$

a visszavert jel és a referenciajel-vételi idő különbsége a vevőponton.

Változó bázisú széttelepített rádiólokátorok

A változó bázisú széttelepített rádiólokációs rendszereket - amelyeknél tehát a cél-irányszög és a bázistávolság mérése nélkül határozható meg a cél-vevő távolság - legelterjedtebben a föld-levegő, illetve levegő-levegő típusú légvédelmi rakéta-rendszerekben (8. ábra) alkalmazzák. Itt a nagy teljesítményű adó, amely a célt besugározza, a

földön, vagy az elfogó vadászpilóta repülőgép fedélzetén helyezkedik el (általában a célfelderítést és azonosítást végző, egyesített lokátorral együtt).

Az ún. félaktív önravezető rakéta fedélzetén a referencia- (RV) és a visszavertjel-vevő (V) vételi (V) időkülönbsége alapján a korrelátor (K) szolgáltatja a robotpilóta (RP) számára a céltávolságot (r_v). Az ábrán a szemléltetés kedvéért feltüntettük a cél irányszögét, amely a (9) összefüggések szerint elég távolság között térhet el az adó-vevő iránytól. A fontos csak az, hogy az adóantenna besugározza mind a célt, mind a rakéta referencia-vevő antennáját. (Ha a távolságméréshez nincs is szükség a cél irányára, a robotpilóta vezérléséhez azonban igen. Az iránymérés itt a vevőantennának a jelmaximum irányába állításával történik. Az ehhez szükséges kapcsolatot a robotpilóta és a vevő közötti szaggatott vonal jelzi.)

A 16. ábra az amerikai HAWK (Homing All-the Way Killer) föld-levegő légvédelmi rakétarendszer működési elvét szemlélteti. Ennek levegő-levegő (Sparrow) és haditengerészeti változatai már az 50-es évek elején rendszerbe álltak.

A változó bázisú széttelepített rádiólokációs rendszerek egy másik alkalmazási lehetőségét a 9. ábra szemlélteti. Itt az adót helyezték el egy légi jármű fedélzetén, és a vevőpont stabil telepítésű. Ennek a megoldásnak egy kísérleti változatát, a SANCTUARY rendszer működési elvét szemlélteti a 17. ábra. A SANCTUARY kísérleti rendszert 1980-ban próbálta ki eredményesen az amerikai hadsereg. Ettől a megoldástól elsősorban a lokátor elleni irányított rakétákkal szembeni védelem jelentős növekedését várják.

Széttelepített rádiólokációs információs rendszerek

Az eddigiekben alapvetően az egy adó- és egy vevőberendezéssel működő széttelepített rádiólokátorokkal foglalkoztunk. A bevezetőben azonban már utaltunk rá, hogy a széttelepített adó és vevő előnyei - különösen a jobb zavarvédelem és a nagyobb életképesség - a több adóból és vevőből álló rendszerek esetén mutatkoznak meg számottevően. Ezért most megvizsgáljuk, hogyan épülhetnek fel a széttelepített rádiólokációs információs rendszerek, és azok paraméterei hogyan aránylanak a hasonló egyesített lokátorokból álló rendszerekéhez.

Rádiólokációs információs rendszerről akkor beszélünk, amikor több rádiólokációs információforrás összefüggő - helyenként többszörös fedésű - felderítési zónával rendelkezik, és az általunk mért céladatokat közös vezetési ponton (is) feldolgozzák (Haditechnikai Szemle, 1981. évi 2. és 4. szám).

A 10. ábra a legegyszerűbb - két információforrásból és közös információfeldolgozó (F) vezetési pontból álló - rádiólokációs információs rendszert szemlélteti. A 10/a ábrán egyesített, a másodikon széttelepített rádiólokátorok képezik a rendszer információforrásait. Az egyesített lokátorokból álló rendszerben legalább két adó és két vevő, a széttelepített rendszerben legalább egy adó és két vevő szükséges.

Ha a két rendszert összehasonlítjuk, akkor a felderítési zónák vonatkozásában hasonló eredményre juthatunk, mint az egy adóból és egy vevőből álló rádiólokátorok esetén (lásd a 6/a ábra). A mérési hibák

összehasonlítása a (6) összefüggés analógiájára a 11. ábrán bemutatott eredményt adja. A 11/a ábra az egyenlő szárú háromszög csúcspontjaiban elhelyezett egy adó (A) és két vevő (V1, V2), a 11/b ábra az egy vonalban telepített berendezések esetét mutatja be. Láthatjuk, hogy míg az utóbbi esetben a két vevő közötti zónában a széttelepített rendszer mindenhol pontatlanabb helymeghatározást ad, addig a háromszög telepítés esetén az összesített felderítési zóna jelentős részén a széttelepített rendszerrel pontosabb mérés végezhető el, mint az egyesített lokátorokból álló rendszerrel.

A széttelepített lokátorokból felépített rendszer néhány lehetséges telepítési változatát szemlélteti a 12. ábra. A 13. ábra egy működő URH, ill. L sávú lokátorokból álló, széttelepített rádiólokációs információs rendszert ábrázol, amelyet a csendes-óceáni kierni rakétalőtér alkalmaznak az űrből érkező rakéták felderítésére.

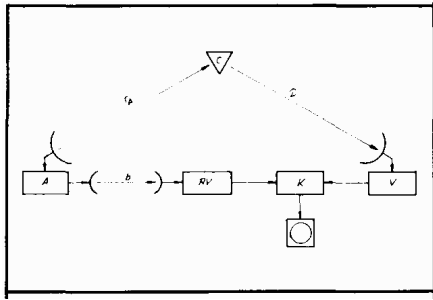
A 14. ábra egy olyan rendszer elvi vázlatát szemlélteti, amelynél az adó- (A) és a vevőberendezések (V), valamint a központi adatfeldolgozást végző objektum (F) is a világűrben települ, és földi, illetve tengerfelszíni objektumok rádiólokációs felderítésére szolgál.

A 14. ábra egy olyan rendszer elvi vázlatát szemlélteti, amelynél az adó- (A) és a vevőberendezések (V), valamint a központi adatfeldolgozást végző objektum (F) is a világűrben települ, és földi, illetve tengerfelszíni objektumok rádiólokációs felderítésére szolgál.

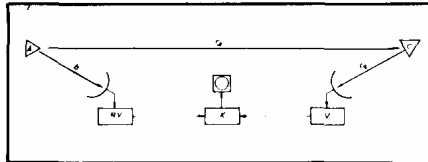
A 14. ábra egy olyan rendszer elvi vázlatát szemlélteti, amelynél az adó- (A) és a vevőberendezések (V), valamint a központi adatfeldolgozást végző objektum (F) is a világűrben települ, és földi, illetve tengerfelszíni objektumok rádiólokációs felderítésére szolgál.

Az egyesített és széttelepített rendszerek összehasonlítása

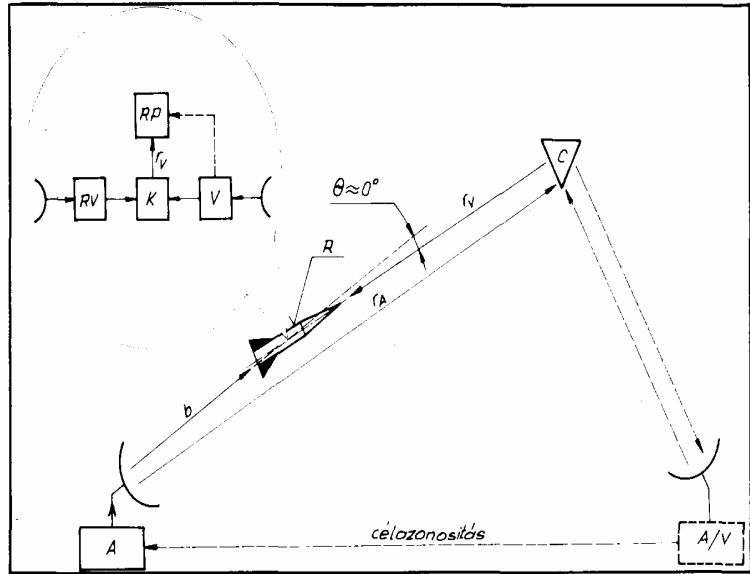
Az eddigi vázlatos ismertetés alapján már tehetünk bizonyos összehasonlítást az egyesített, illetve a széttelepített rádiólokációs információforrásokkal rendelkező



7. ábra: Állandó bázisú (stabil telepítésű) széttelepített rádiólokátor-állomás



9. ábra: Változó bázisú (levegő-föld) széttelepített rádiólokációs rendszer



8. ábra: Változó bázisú (föld-levegő) széttelepített rádiólokációs rendszer (félaktív rakétairányítás)

rádiólokációs információk rendszerek fő jellemzői között - mindenekelőtt a légvédelmi rendszerekben való alkalmazás szempontjából.

1. Az egyes széttelepített rádiólokátorok felderítési zónájának területe - azonos adó-, vevő- és antenna-paraméterek esetén - kisebb, mint az ekvivalens egyesített lokátoroké (lásd: 6/a ábra). Ugyanakkor, mivel az egymástól távol települő adó és vevő egymásra hatása nem korlátozza sem az adóteljesítmény, sem a vevőérzékenység növelését, a felderítési távolság növelését gyakorlatilag csak a rádióhullámok terjedési körülményei gátolják.

2. A széttelepített rádiólokátorokból felépített rendszerben egy adó visszavert jeleit több vevő is feldolgozhatja, illetve egy vevőpontra több adó visszavert jeleit is fel lehet dolgozni. Így a hasonló nagyságú területet lefedő, egyesített lokátorokból álló rendszerrel - azonos számú adó-és vevőpont esetén - lényegesen rugalmasabban irányítható, zavarvédettebb és életképesebb rendszer hozható létre a széttelepített rádiólokátorokból (lásd: 12. ábra).

3. A helyzetmeghatározási (mérési) pontosság szempontjából az egyesített lokátorok általában jobbak, mint az ekvivalens széttelepített lokátorok (lásd: 6/b és 11/b ábra), de megfelelő telepítési forma megválasztása és többszörös átfedés (lásd: 11/a ábra), illetve kombinált lokátorok alkalmazása (lásd: 6/a ábra) esetén, rendszer méretben érhető el

a megfelelő mérési pontosság.

4. A lokátor elleni irányított rakétákkal szembeni védetség tekintetében a széttelepített lokátorokból felépített rendszer összehasonlíthatatlanul jobb, mint az egyesített lokátorokból álló rendszer. Ez az előny elsősorban abból származik, hogy az irányított rakéta mindig az adó irányába repül, ezért:

- nem veszélyeztet az adótól távoli vevőpontra dolgozó kezelőállományt, illetve a vevőpont berendezését;
- felügyeletet nem igénylő adóberendezés esetén nem veszélyeztet a személyi állományt;
- az esetleg megsemmisített adó helyett ugyanazokat a vevőpontokat egy másik - vagy tartalék - adó „szolgálja ki”;
- a teljes berendezés értékének 10 : 30 %-át kitevő adó pótlása, illetve tartalékolása sokkal kisebb ráfordítást igényel, mint egyesített lokátorok esetében a teljes berendezésé;
- a főirányban az adóhoz képest megnövelt felderítési távolság (lásd: 6/a ábra), illetve az adónak repülőeszköz fedélzetén való elhelyezése (lásd: 9., illetve 17. ábra), az adóberendezésnek is nagyobb védetségét nyújt, mint az egyesített lokátorok esetén (az utóbbi esetben az adó-antenna „felemelése” még a kis magasságú célok felderítési lehetőségeit is javítja)

5. Az üzemeltetési megbízhatóság szempontjából a széttelepített

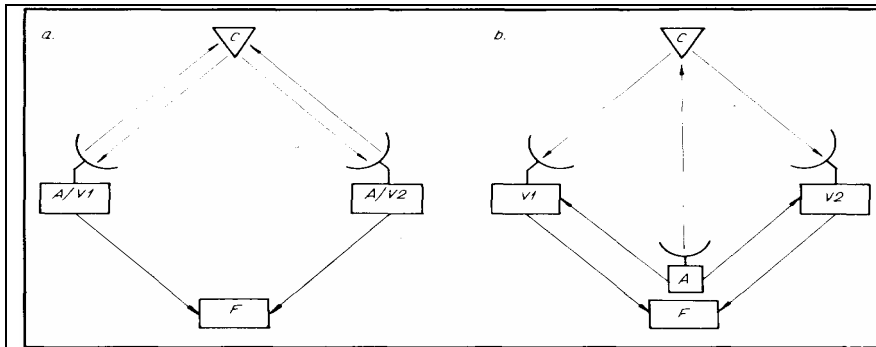
lokátorok nagy előnye, hogy a nagy teljesítményű adónak a nagy érzékenységű vevőre gyakorolt zavarhatása a nagy távolság miatt elhanyagolható, és nincs szükség a megbízhatatlan nagyfrekvenciás adás-vétel kapcsolóelemekre. Ugyanakkor, lényegesen bonyolultabb megoldásokat igényel az adó és a vevő szinkronműködtetése, a területapogás és a távolságmérés, mint az egyesített lokátoroknál.

Összességében, a méreg a széttelepített lokátorok felé billen, mivel korszerű, zavarvédett rádiócsatornák, fázisvezérelt, elektronikus „forgatású” antennák, illetve nagy kapacitású, mikroprocesszoros eszközök alkalmazása esetén e bonyolultabb feladatok megoldása ma már nagyobb megbízhatósággal történik.

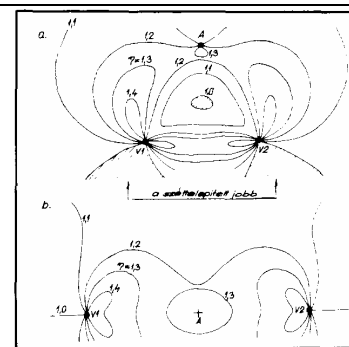
A több adó, illetve vevő együttműködésének lehetősége rendszer méretekben jelentősen javítja a széttelepített rádiólokációs információs rendszer üzemeltetési megbízhatóságát.

A rádiólokációs technika és a rádiólokációs információs rendszerek fejlődése szempontjából még nagyon sok oldalról lehetne vizsgálni a fő tendenciákat, és azt, hogy ezekben milyen szerep jut a széttelepített rádiólokátoroknak. Úgy véljük azonban, hogy mivel ez a fejlődési spirál magasabb szintjén újra megjelen eszköz nagyon rövid idő alatt elfoglalja helyét a rádiólokációs felderítés legkülönbözőbb célú rendszereiben, így egyre gyakrabban fogunk vele találkozni a szakirodalomban.

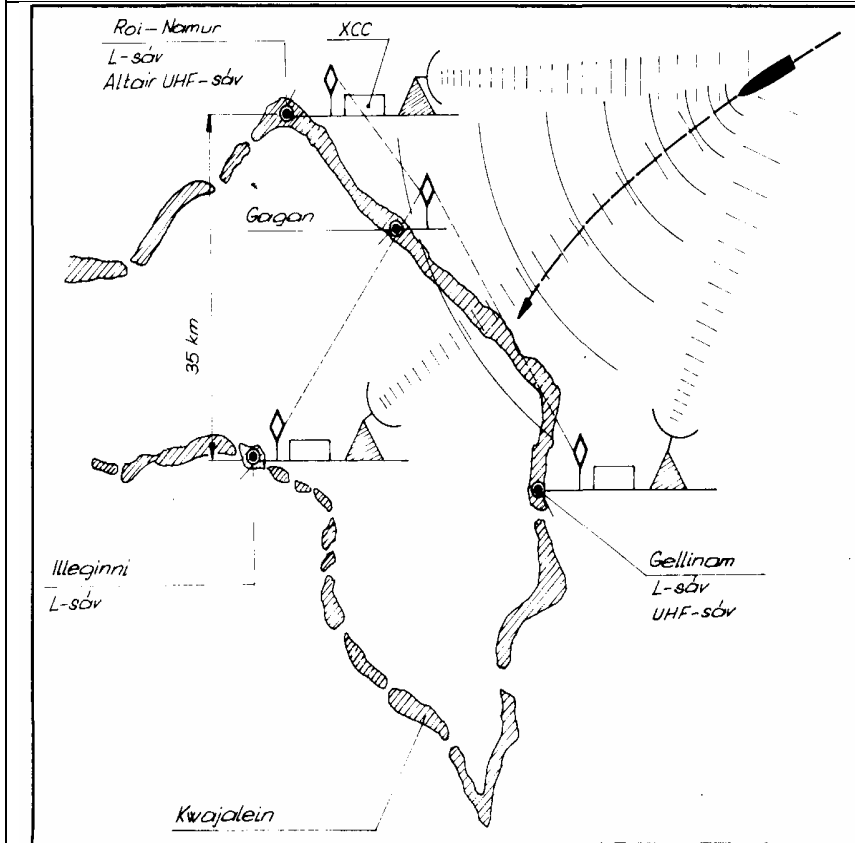
A rádióelektronikai háború új eszközei: a széttelepített rádiólokátor



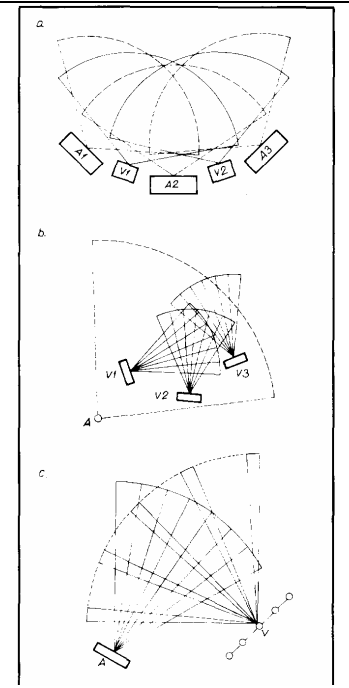
10. ábra: Egyesített, illetve széttelepített rádiólokátorokból álló rendszer



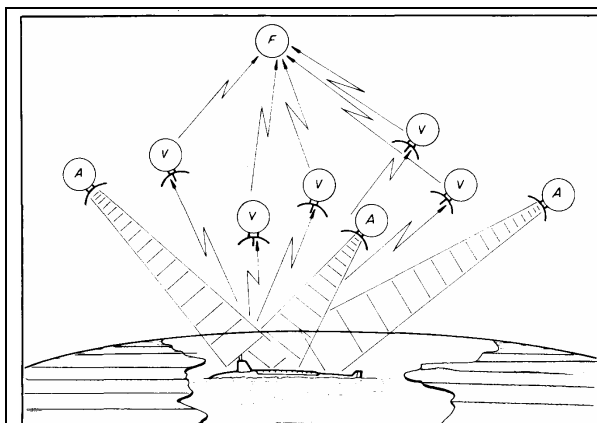
11. ábra: Egyesített és széttelepített rádiólokátorokból álló rendszer abszolút mérési hibájának összehasonlítása: a - háromszög, illetve b - vonalas telepítés esetén



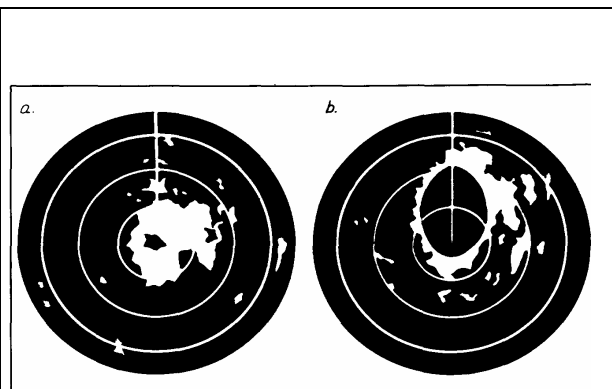
13. ábra: Kiernani rakéta-visszatérő rendszer kwajaleini széttelepített rádiólokációs rendszerének telepítési vázlatja



12. ábra: Széttelepített rádiólokációs rendszerek néhány lehetséges változata

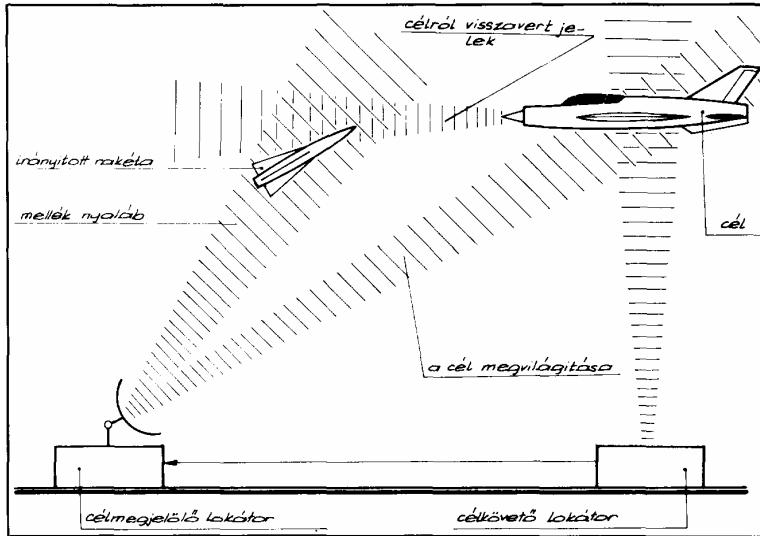


14. ábra: Műhold-fedélzeti (űr-föld) széttelepített rádiólokációs rendszer elvi vázlatja

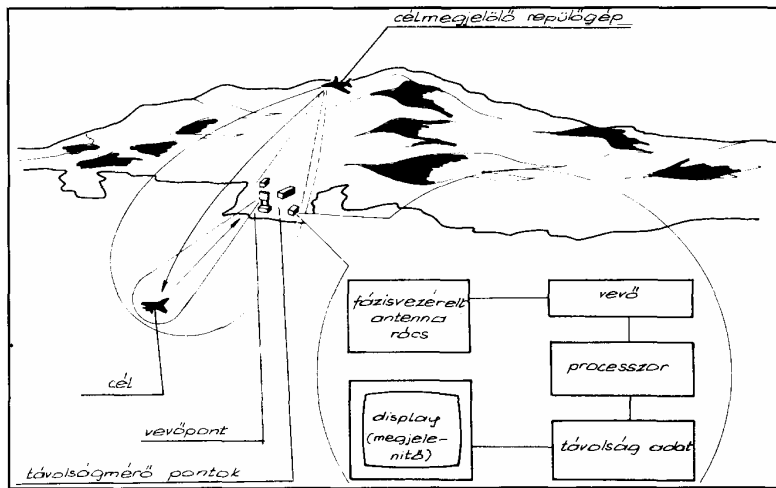


15. ábra. Korrigálatlan - a és korrigált - b indikátorkép széttelepített rádiólokátornál

A rádióelektronikai háború új eszközei: a széttelepített rádiólokátor



16. ábra: A HAWK föld-levegő rakétarendszer elvi vázlata



17. ábra: A SANCTUARY kísérleti, változó bázisú (levegő-föld) széttelepített rádiólokációs rendszer elvi vázlata

Irodalom

1. Averjanov: Raznyeszjonnije ragyiolokacionnije sztancii i szisztemi Nauka i Tehnika; Minszk, 1978
2. Conte-D'Addio-Farina-Longo: Multistatic radar detection synthesis and comp. of opt. and subopt. rec. TEE Proc. F. 83. 6. (484-494)
3. Farina Hanle: Position accuracy in netted monostatic and bistatic systems radar IEEE Tr. Aerosp. El. S. 83. 4. (513)
4. Farina: Multistage tracking and comparison with netted monostatic systems RADAR 82, London, 82. 10. 18-20. (183-187)
5. Fleming-Willis: SANCTUARY radar Military Microwaves 80, London, 80. 10. 22-24. (103-108)
6. Hanle: Distance considerations for multistatic radar IEEE Int. Radar Conference 80 Arlington, 80. 4. 28-30. (100-105)
7. Heimiller-Beleyea—Tomlinson: Distributed array radar IEEE Tr. Aerosp. El. 5. 83. 6. (831)
8. Ivanov: Radar guidance of missiles IEEE Int. Radar Conference 75 Arlington, 75. 4. 21-23. (331-335)
9. Milne: Principles and concepts of multistatic surveillance radars RADAR 77, London, 77. (46-52)
10. Retzer: A concept for signal processing in bistatic radar IEEE Int. Radar Conference 80 Arlington, 80. 4. 28-30 (288-293)
11. Salah-Mopiello: Development of a multistatic measurement system IEEE Int. Radar Conference 80 Arlington. 80. 4. 28-30. (88-93)