

RADIOLOKÁTORY — MOŽNOST JEJICH VOJENSKÉHO POUŽITÍ A OBRANA PROTI NIM

Inženýr kapitán Jaroslav Čapek

Základní princip radiolokátoru, využívání odražených elektromagnetických vln, byl objeven roku 1897 velkým ruským učencem A. S. Popovem. Od té doby, a to hlavně za posledních 20 let, prošla radiolokace značným vývojem a dnes se setkáváme s jejím širokým a různorodým použitím. Pojem radiolokace zahrnuje všechny způsoby určování polohy předmětů, které nemají žádných zařízení, která by se podílela na určování polohy těchto předmětů. To znamená, že k určení polohy využíváme vyslané elektromagnetické energie, jejíž část se po dopadu odráží a vrací zpět. Tato část je přijata přijímací částí radiolokátoru a po zpracování v obvodech radiolokátoru dostáváme údaje o poloze předmětu. Více se nebudu v tomto článku zabývat principy a základními pojmy radiolokace, protože jsou probrány v časopise Dělostřelec, ročník 1953, čís. 6, a ročník 1954, čís. 1. Proberu typy jednotlivých radiolokátorů a jejich použití, použití různých frekvencí a ochranné prostředky proti radiolokaci.

Již bylo řečeno, že v radiolokaci využíváme odrazu elektromagnetické energie. Elektromagnetická energie se šíří prostorem od radiolokátoru směrem na cíl přímočaře. Charakteristické hodnoty, s kterými se v radiolokaci setkáváme, jsou vyjádřeny v radiolokační rovnici, z níž je zřejmé, že dosah radiolokátoru klesá se čtvrtou odmocninou poměru výkonu vyslaného a přijatého. Chceme-li tedy zvětšit dosah radiolokátoru, musíme buďto zvyšovat výkon vysílače anebo zvyšovat směrový účinek antenního systému. Obě cesty zvyšování dosahu mají své meze. V praxi je nutno volit řešení, které nejlépe vyhovuje daným požadavkům (váha, rozměry, příkon, mobilnost a p.).

Pro hrubý informativní výpočet šířky paprsku se používá rovnice

$$\alpha = 60 \frac{\lambda}{a},$$

kde je α šířka antenního svazku ve stupních,

λ délka vlny v metrech,

a rozměr anteny v rovině, v níž měříme šířku antenního svazku.

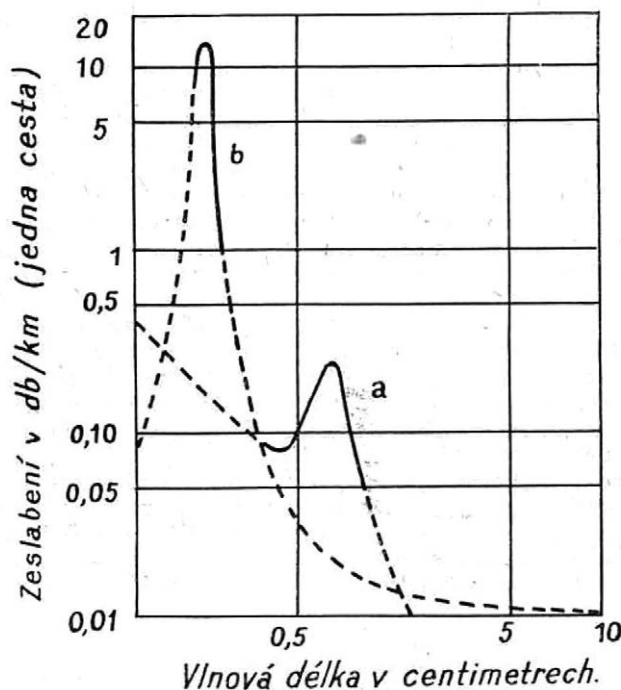
Vzorec pro přibližný výpočet šířky vyzařovacího diagramu pro danou antenu a délku vlny by mohl vést k závěru, že pro účely, kde je požadována co nejmenší antena, bude nejlépe přejít na co nejkratší délku vlny. Ale tomu tak není. Je nutné vždy brát v úvahu požadovaný dosah. V praktickém použití elektromagnetických vln jsme při volbě délky vlny omezeni absorpcí prostředí. Omezení je způsobeno absorpcí molekulárními částicemi ovzduší. Vlivům odrazu od zemského povrchu se bráníme zvednutím antenou vyzařovaného svazku od zemského povrchu, což je tím obtížnější, čím je vlnová délka větší. Také je nepříjemný i odraz od ionosféry, protože způsobuje podvojnost údajů o cíli a nestabilitost. Odrazu od ionosféry se čelí použitím vlnové délky kratší než 7 m, pro

které se tento zjev již prakticky nevyskytuje. Absorpce způsobená jednak elektrickým momentem molekuly vodních par v ovzduší, jednak magnetickým momentem molekuly kyslíku citelně se projevuje pro vlnové délky kratší než 13 cm, a to tím více, čím je vlnová délka kratší.

Na obr. 1 a 2 jsou vyjádřeny útlumy pro různé vlnové délky.

Na obou obrázcích je na vodorovnou osu vynesena vlnová délka v centimetrech, na svislou osu útlum v decibelech/km.

Stupnice obou os jsou logaritmické. Obr. 1 představuje útlum elektromagnetických vln, způsobený vodní parou (křivka a) a kyslíkem (křivka b) při hustotě vodních par 10 g/m^3 a tlaku 760 mm Hg.



Obr. 1.

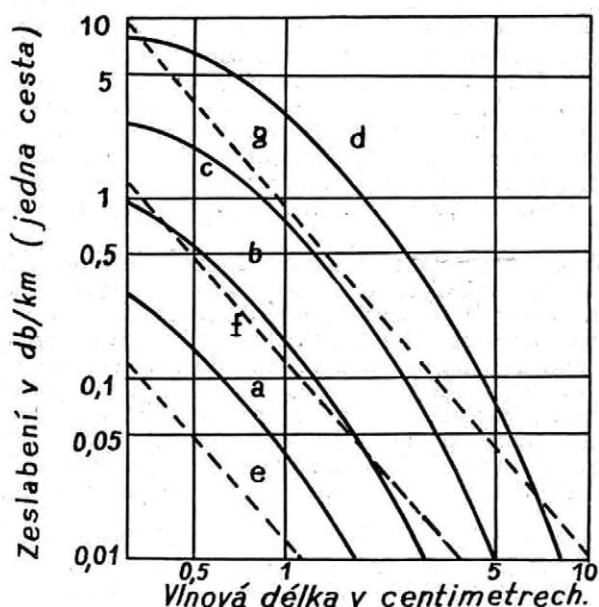
Obráz 2 představuje závislost útlumu elektromagnetických vln různých délek (od $\frac{1}{10}$ mm do 10 cm) za různých atmosférických podmínek.

- a) mžení — srážky $0,25 \text{ mm/hod.}$,
- b) lehký déšť — srážky 1 mm/hod. ,
- c) střední déšť — srážky 4 mm/hod. ,
- d) prudký déšť — srážky 16 mm/hod. ,
- e) mlha $0,032 \text{ g/m}^3$ — viditelnost na 600 m,
- f) mlha $0,32 \text{ g/m}^3$ — viditelnost na 120 m,
- g) mlha $2,3 \text{ g/m}^3$ — viditelnost na 30 m.

Uvážíme-li, že lze považovat za přípustný ještě útlum 0,01 db/km, je zřejmé, že vlnové délky 2 cm a kratší lze používat jen pro velmi krátké dosahy.

O šíření elektromagnetické energie, hlavně v pásmu decimetrových a kratších vlnových délek, lze říci, že se řídí přibližně zákony optiky. Šíří se přímočaře a je zadržována prostorovými překážkami, které se objeví v cestě vyzařované energii. Aby zaměření bylo přesné, je třeba, aby prostředí, kterým se elektromagnetické vlny šíří, bylo stejnorodé v indexu lomu pro daný kmitočet.

S technického hlediska lze rozdělit radiolokátory na systémy impulsové a na systémy se stálým výkonem (s tak zvanou frekvenční modu-



Obr. 2.

laci). Impulsový systém byl nejvíce rozšířen a zakládá se na tom principu, že vysílač v pravidelných intervalech vysílá impulsy a měří se doba, za kterou se odražený impuls vrátí zpět a je přijat přijímačem. Doba mezi jednotlivými impulsy je dána maximálním požadovaným dosahem, protože musí být zajištěno, že další impuls je vyslán až po přijetí ozvu, t. j. odraženého impulsu.

Systém se stálým výkonem místo jednotlivých impulsů vysílá elektromagnetickou energii, jejíž kmitočet se stále úměrně s časem v určitých mezích mění, při čemž výkon je stále stejný. Energie odražená od cíle a přijatá přijímačem má pak odlišný kmitočet než energie v době příjmu právě vysílaná. Rozdíl kmitočtu je úměrný vzdálenosti cíle.

Srovnáním obou systémů nám vyplynou tyto jejich zvláštnosti:

Impulsový systém je jednodušší, dovoluje zobrazit současně celou situaci, nedovoluje zobrazit blízké cíle. Používané velké impulsové výkony zvyšují obtíže při konstrukčním řešení.

Systém se stálým výkonem přináší nesnadnější vyhodnocování situace, nedává rychlý přehled o situaci, protože není schopen sledovat současně větší počet cílů, dovoluje přímo určovat rychlosti cílů, obtížněji se ruší a dovoluje měřit i nejkratší vzdálenosti. Kromě toho nepracuje s tak velkými maximálními výkony jako systém impulsový při stejném dosahu.

Vzhledem k široké možnosti uplatnění radiolokace byly pořízeny pro vojenské účely rozličné typy radiolokátorů.

Zhruba lze rozdělit užívané radiolokační stanice na pozemní a letecké. Mezi pozemní stanice patří hlásný, řídicí a střelecký radiolokátor.

Hlásný radiolokátor je základní částí hlásné služby. Jeho vlastnosti jsou dány požadavkem objevit přibližující se nepřátelské letouny nezávisle na denní době a povětrnostních podmínkách již ve velké vzdálenosti, řádově 300 až 400 km. Nepřátelské letouny je nutno zaměřit a určit jejich polohu, t. j. dálku, azimut a výšku. Na přesnost nejsou kladeny velké požadavky. Dálka se určuje s přesností 1 až 2% měřené vzdálenosti, azimut s přesností 1 až 2° a výška s přesností — 300 až 500 m.

Radiolokátor pracuje jako přehledový a střeží celý obzor 360°. Proto se u tohoto typu radiolokátoru používá zásadně impulsového systému. Vzhledem na požadovaný poměrně velký dosah pracují hlásné radiolokátory s velkým vysílacím výkonem. Opakovací kmitočet a frekvence jsou také voleny vzhledem na zajištění velkého dosahu. Používá se vlnových délek od 10 cm výše. Na těchto vlnových délkách je obtížné určit pomocí jen jednoho anténního systému poměrně přesněji výšku při současném plnění funkce přehledové. Proto pracují hlásné radiolokátory většinou s dvěma anténními systémy. Jeden je pro funkci přehledovou (střeží prostor 360°) a druhý měří výšku v sektoru, kde byly zjištěny cíle.

U některých typů se používá dvou směrových anténních systémů s reflektory obdélníkového tvaru svírajícími spolu úhel 45°. Pod stejným úhlem vyzařuje radiolokátor dva paprsky. Při přehledování je letoun zachycován postupně oběma svazky, při čemž časový rozdíl mezi oběma ozvy je přímo závislý na výšce radiolokátoru zachyceného letounu. Výšku letounu lze tudíž lehce z těchto údajů určit.

Protože hlásné radiolokátory pracují s vlnovou délkou 10 cm a delší, mají v srovnání s radiolokátory řídicími nebo střeleckými anténní systémy větších rozměrů. To není u těchto typů radiolokátorů na závadu, protože pracují většinou v zápolí, a proto není nutné požadovat jejich větší mobilnost a rychlé uvedení do bojové pohotovosti. Obvykle jedna radiolokační stanice obsahuje 5 až 6 jednotek: vyhodnocovací vůz, vleky s anténními jednotkami a tažné vozy s agregáty. Jako zdrojů se používá agregátů o výkonu řádově 15 kVA.

Řídicího radiolokátoru se používá v protiletadlové obraně. Cíle si buď vyhledává sám nebo je přijímá od hlásných radiolokátorů a pak je přiděluje střeleckým radiolokátorům nebo dává hodnoty pro řízení vlastních letounů. Radiolokátor pracuje opět jako přehledový

a patří mezi radiolokátory středního dosahu. Objevuje cíle do vzdálenosti 150 až 200 km a udává jejich polohu i výšku.

Požadavky na přesnost jsou zvýšeny společně se zlepšením rozlišovací schopnosti. Tato zvýšená přesnost je vyvolána jednak požadavkem navádět vlastní stíhače, jednak udávat cíle střeleckým radiolokátorům, které mají úzký vyzařovací paprsek. Řídící radiolokátory se začleňují k vyšším jednotkám letectva a do sestavy protiletadlového dělostřelectva. Proto je požadována větší mobilnost a poměrně rychlé ustavení. Také rozměrově je řídící radiolokátor menší než radiolokátor hlásný.

Účinnost sítě hlásných a řídících radiolokátorů je zvyšována radiolokačními reléovými stanicemi. Tyto stanice přenášejí situace zobrazené u jednotlivých radiolokačních stanic na velitelská stanoviště. Zkušenosti z minulé války ukazují, že způsob organizace celé radiolokační sítě je rovnocenným faktorem s kvalitou radiolokátorů. Užívání telefonu k dopravě zpráv na velitelské stanoviště se ukázalo jako pomalé pro sdělování situací cílů pohybujících se rychlostmi kolem 1000 km/hod.

Americká armáda měla koncem druhé světové války organisovanou radiolokační službu v Evropě takto:

Základní radiolokační stanice spolupracovala s optickými pozorovacími stanicemi, které hlásily nízko letící nepřátelské letouny. Základní radiolokační stanice pracovaly buď samostatně (hlavně při řízení činnosti stíhačů nad nepřátelským územím), nebo byly propojeny tří takové stanice na kontrolní centrum stíhačů (hlavně pro obranu vlastního prostoru). Na toto kontrolní centrum dávaly radiolokační stanice telefonicky tyto údaje: identifikaci letounů, číslo dráhy, souřadnice a počet letounů, jejich výšku a směr letu. Údaje byly po ověření zapsány na kartu, která se posouvala po mapě. Podle těchto údajů pak byla řízena činnost stíhačů.

Radiolokační relé je modernější a výhodnější prostředek. Vysokofrekvenční cestou přenáší stále situaci z jednotlivých stanic do vyhodnocovacího sálu. Ve vyhodnocovacím sále je pro každou stanici jeden indikátor, odkud je situace překreslována nebo promítána na velkou mapu, na níž může být pak stále sledována vzdušná situace z velkého prostoru. Přenášení situace je uskutečněno přenosy údajů o poloze anteny, kilometrových značek a značek cílů a identifikačních značek. Přenos je bezdrátový pomocí úzce směřových paprsků, čímž je omezena možnost rušení. Kromě toho jsou přenášeny údaje kodovány. Stanice jsou mobilní.

Radiolokační relé nelze zaměňovat s přenosnými indikátory. Přenosných indikátorů se používá na kratší vzdálenost a jsou určeny k zobrazení situace jen pro potřebu velitele, do jehož sestavy je radiolokátor začleněn. Přenos údajů z radiolokátoru do přenosného indikátoru se děje pomocí vodičů, které zapojují indikátor paralelně k indikátoru radiolokační stanice.

Dalším typem pozemního radiolokátoru je radiolokátor střelecký. Je jím vyzbrojeno protiletadlové dělostřelectvo. Řídící radiolokátor přidělí cíl pomocí souřadnic střeleckému radiolokátoru, který podle nich cíl zaměří a dále sleduje. Přitom střelecký radiolokátor předává údaje o poloze letounu ústřednímu zaměřovači, odkud po propočtení balistiky a nadběhu jdou prvky střelby k dělům. Pro snazší vyhledávání cíle bývají střelecké radiolokátory opatřeny i funkcí přehledovou. Tato funkce je podružná, hlavním úkolem střeleckého radiolokátoru je automatické sledování cíle. U střeleckého radiolokátoru je požadována znač-

ná přesnost údajů o poloze cíle. Jejich mobilnost musí být přizpůsobena potřebám protiletadlových baterií. Dosah radiolokátoru je požadován jen do 50 až 100 km. Proto je možné používat poměrně krátké vlnové délky, což také přispívá k přesnosti údajů radiolokátoru. Antena je také poměrně malá. Nejčastěji se používá jako reflektoru parabolického zrcadla.

Obdobné vlastnosti jako střelecký radiolokátor má radiolokátor pro zaměřování postavení minometů. Tento radiolokátor zaměří vystřelenou minu, sleduje ji po její dráze a udá 3 až 4 body její dráhy letu. Z těchto bodů se pak vyhodnotí celá dráha letu miny. Z vyhodnocených údajů lze pak určit postavení minometů. Radiolokátory tohoto typu nebývají opatřeny přehledem 360°, nýbrž jen sektorem do 50°. Tímto sektorem musí být zaměřeny obsluhou do prostoru, v němž se mají minomety zaměřovat.

Radiolokátory při zachycení a sledování cíle nemohou určit jeho příslušnost. Proto se používá zařízení, které umožňuje rozpoznat mezi zachycenými cíli vlastní letouny. Princip identifikace záleží v tom, že radiolokátor je vybaven částí, která po zapnutí vysílá na zaměřený letoun dotazy. Tyto dotazy jsou přijaty identifikačním přijímačem na palubě letounu a vybaví odpověď. Odpověď je přijata radiolokátorem a přivedena do indikátoru. Na stínítku obrazovky se objeví u značky cíle ještě identifikační značka. Podle této značky pozná obsluha radiolokátoru, že zaměřený letoun je vlastní. Identifikace není trvale zapjata, pozemní část se zapíná jen při zaměření letounů, palubní část jen při letu nad územím střeženým vlastními radiolokátory. Identifikační systém je nutno tajit, aby ho nepřítel nemohl zneužít. Dotaz i odpověď bývá kodována, kod je nutno měnit.

Dosud jsem se zmínil jen o typech pozemních radiolokátorů. Avšak se širokým použitím radiolokace se setkáváme také ve vojenském letectví.

Letecký střelecký radiolokátor je jedním ze základních vybavení stíhacího letounu. Je určen jednak k tomu, aby dával pilotovi přehled o situaci v prostoru před ním a tak usnadňoval jeho navedení řídicím radiolokátorem na cíl, jednak aby umožňoval přesnou střelbu palubních zbraní i za ztížené viditelnosti. Aby radiolokátor mohl plnit střelecké úlohy, musí být opatřen přepočítavačem, který opravuje prvky střelby.

Radiolokátor pro ochranu zádi zajišťuje jednomístné letouny před překvapením zezadu. Radiolokátor reaguje na všechny cíle, které se objeví za letounem ve vzdálenosti, z které by mohl být stíhač ohrožen. Indikace se provádí buď světelně nebo akusticky. Vyzařovací diagram anteny, která bývá umístěna v zádi letounu, má tvar kužele zpravidla o vrcholovém úhlu 120° a dosahu 4 až 6 km.

K zajištění bezpečnosti při přistávání rychlých letounů se používá zvláštních zařízení k přistávání po sestupném paprsku. Tento paprsek je vyslán vysílačem umístěným na konci přistávací dráhy a svede pilota až na přistávací dráhu. Přijímač umístěný na palubě letounu indikuje pilotovi odchylky ze směru letu vzhledem k přistávací přímce. Vyrovnáním těchto odchylek vede pilot letoun po správné přistávací dráze. Stálá informovanost o poloze letounu zajišťuje bezpečné přistávání.

Pro letecký průzkum a navigaci se používá panoramatických radiolokátorů. Od těchto lokátorů se požaduje velký dosah a vel-

ký úhel snímání. Pracují jako přehledové radiolokátory a používají, hlavně u novějších provedení, centimetrových vlnových délek.

Speciální panoramatické radiolokátory doplněné speciálními zařízeními k provádění výpočtů slouží jako zaměřovače pro bombardování. Panoramatických radiolokátorů se speciálními úpravami se používá pro průzkum, který lze provádět z velkých výšek a v noci. Přitom je možno fotografovat obraz vytvořený na stínítku. Umístění panoramatického radiolokátoru v letounu je vždy spojeno s podmínkou vyřešení otázky stabilisace, která kompensuje kývání letounu. Stabilisace zajišťuje ozáření terénu antenním svazkem, nezávisle na náklonu letounu. Zamezuje nerovnoměrné ozáření, skreslení přehledového zobrazení a ztrátu dosahu.

K stabilizačním prvkům patří hlavně gyrokompas, servozesilovač a sledovací zařízení. Kromě stabilisace je nutno v srovnání s konstrukčními požadavky na pozemní radiolokátory požadovat u leteckých radiolokátorů nízkou váhu, malou spotřebu energie, zvýšenou odolnost proti velkým změnám teploty a tlaku a otřesuvzdornost. Kromě toho je kladen požadavek na jednoduchost a nenáročnost obsluhy zařízení za provozu.

Široké použití radiolokační techniky ve vojenství přivedlo radiolokaci nejen k širokému rozvoji, ale také si vynutilo vypracování způsobů a prostředků pro boj s radiolokací nepřítele. To je úkolem radiolokačního průzkumu a radiolokační obrany. Dělí se na pasivní a aktivní.

Radiolokační průzkum je zaměřen na odkrytí radiolokačních stanic používaných nepřítelem, na určení jejich polohy a charakteristických vlastností, jako je dosah, vlnová délka, opakovací kmitočet a tvar vysílaných impulsů. Po určení polohy nepřátelských radiolokačních stanic je možno stanovit hluché prostory, t. j. prostory, kde není možné pozorování těmito stanicemi.

Radiolokační průzkum se provádí radiolokačními pátrači. V podstatě jsou to širokopásmové přijímače, které prohledávají pásmo a indikují na obrazových indikátorech pracující radiolokátor. Radiolokační pátrače se vestavují většinou do průzkumných letounů.

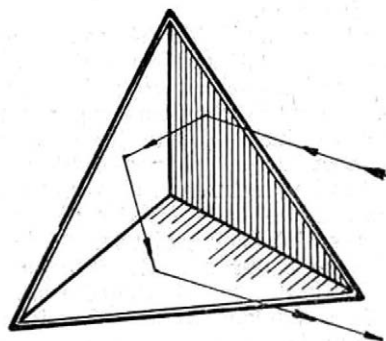
Protože pracující radiolokátor nelze žádným způsobem utajit, je těžké zabránit jeho zaměření. Možnost jeho zaměření lze ztížit omezením zapínání radiolokátorů, hlavně radiolokátorů speciálních. Na př. za minulé války přezkušovali Angličané zpravidla před startem panoramatické radiolokátory. Němci to zpozorovali a tak předem zjišťovali, že se připravuje nálet ještě před startem nepřátelských letounů.

V obraně proti radiolokaci se používá různých způsobů, které jsou nesteréjně účinné.

Jedním z prostředků je maskování vlastních objektů před zaměřením a budování klamných cílů. Jako klamných cílů se používá rohových reflektorů, které mají účinný odraz a mohou tak vytvářet odraz v prostředí, které by se normálně jevilo bez odrazu a tak třeba vytvářelo dobrý orientační bod. Tím se desorientuje osádka letounů při vyhledávání cílů. Na př. vodní plochy se projevují na indikátoru radiolokátoru tmavě, a proto vodní toky, jezera nebo přehrady mohou tvořit dobré orientační body nebo i cíle. Proto se používá rohových reflektorů k vybudování klamných staveb mostů nebo k zamaskování přehrady. V podstatě je rohový reflektor složen z elementárních koutů. Jsou to tříboké duté jehlany, jejichž hrany se sbíhají a ve vrcholech jsou na sebe kolmé. Účinný odraz je způsoben tím, že elementární kout odráží maximum energie do směru, z kterého energie přišla. Účinnost je zvyšována po-

užíváním koutových čtveřic nebo osmic, které se skládají z elementárních koutů. Na obr. 3 je vidět elementární kout a na obr. 4 koutovou čtveřici.

Jiným způsobem obrany proti radiolokaci je snížení, po případě úplné potlačení energie, která se odrazila od cíle a jako ozev poskytovala údaje o poloze cíle. Za tímto účelem byly zkoumány a bylo používáno látek, které pohlcují energii radiolokačních kmitů. Takové látky lze rozdělit na dva druhy: interferenční pohlcovače a absorpční pohlcovače. U látek interferenčních je bráněno odrazu od povrchu cíle pomocí interference s vlnou, která se po proniknutí ochrannou



Obr. 3.

vrstvou vrací zpět na povrch. Šířka frekvenčního pásma, pro které má být zaručeno pohlcování interferencí, je přímo úměrná permeabilitě a nepřímo úměrná koeficientu lomu použité látky. Jako šířku pásma definujeme pásmo frekvencí, v nichž je látkou pohlcena ještě polovina dopadající energie.

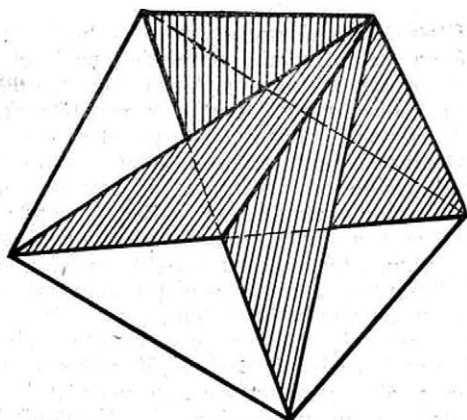
Za druhé světové války byly vyráběny pohlcující látky v Německu a používalo se jich k radiolokačnímu maskování ponorek. Byly to vesměs látky interferenční. Vhodné dielektrické konstanty a permeability bylo dosahováno koncentrací kulových kovových částic karbonylového železa. (Dosahovalo se hodnot dielektrické konstanty $\epsilon = 7$ a permeability $\mu = 3,5$.) Bylo také pracováno i na látkách absorpčních. Tyto absorpční látky obsahovaly jednotlivé vrstvy oddělené od sebe plastickou pěnovou hmotou o dielektrické konstantě $\epsilon = 1$. Vodivost těchto vrstev se zvětšovala rostoucí hloubkou. Těchto látek však nebylo použito, protože pro vyhovující pohlcení pro vlnové pásmo 4 až 13 cm bylo potřeba tloušťky hmoty 6,5 cm.

Účelným prostředkem omezení činnosti nepřátelských radiolokátorů je rušení, t. j. vytváření aktivních a pasivních poruch. Mezi pasivní rušení se zahrnují všechny způsoby vytváření dodatečných značek na indikátorech, které ztěžují činnost operátorů. Na př. je to shazování velkého množství pokovených papírových pásků, jejichž ozvy vytvářejí pak na stínítku indikátoru značky podobné ozvu od letounů.

K aktivnímu rušení nepřátelských radiolokátorů se používá různých method. Je na příklad možno velkým výkonem vysílaným na stejné vlně, jako pracuje radiolokátor, který má být rušen, „zahltit“ přijímač

a tím překrýt ozvy od cílů, nebo namodulovat šum do nosné frekvence, na které pracuje radiolokátor a tím znemožnit zjišťování cílů na stínítku.

Na obranu proti aktivnímu rušení se používá různých metod a způsobů, jako jsou regulace otáček a opakovací frekvence radiolokátoru, laditelná přijímací a vysílací cesta (nepřítel je nucen používat širokopásmových rušičů, ty však nemohou být při omezené váze při použití v letounu tak výkonné), potlačení postranních smyček vyza-



Obr. 4.

řovacích diagramů, v přijímací cestě používání logaritmických zesilovačů a integračních obvodů (t. j. omezování cesty možnosti přehlcení přijímací cesty) a j. Účinným omezením možností rušení radiolokátorů je používání většího počtu radiolokačních stanic.

Všeobecně lze říci o radiolokačních stanicích všech typů, že tato zařízení značnou měrou přispívají ke zvýšení bojeschopnosti armády. Jsou to vesměs zařízení složitá a jejich obsluhování je poměrně náročné. Vzhledem k speciálnímu částem a velkému počtu nelineárních elementů používaných radiolokátorů stále nutno sledovat, zda stanice pracuje za optimálních podmínek a s nejlepšími výsledky. Tato okolnost vede k tomu, že jak operátoři, tak technici radiolokačních stanic musí být se zařízením co nejvíce sžiti a musí mu dobře rozumět. Všichni musí být mistry své zbraně a umět rychle nalézt poruchu, která způsobuje buď úplnou nebo částečnou neschopnost stanice pro provoz.

Vzhledem ke krátkosti doby používání moderních radiolokačních stanic v naší armádě je nutno se zaměřovat na získání poznatků z jejich provozu. Je nutno rozvinout široký provozní výzkum nejen u vývojových orgánů, ale též u vojsk. Výsledky provozního výzkumu je nutno stále vyhodnocovat, doplňovat sovětskými zkušenostmi a používat jich ke zkvalitnění činnosti nynějších stanic a k uplatnění požadavků v dalším vývoji. Při zkvalitňování radiolokační techniky je nutno hledět nejen na otázky systémové, ale i na otázky provozní spolehlivosti. Provozní spolehlivost je u tak složitých zařízení, jako jsou radiolokační stanice, omezoována procentem poruchovosti, které je nutno snižovat zkvalitněním celé součástkové základny v této technice používané.