

HRAR

① Definice radiolokace, typy a základní parametry radiolokátorů, charakteristiky radiolokačních cílů.

- radiolokace - zjišťování objektů (polohy a pohybu) v prostoru pomocí elmag. vln
- typy: primární (impulsní, kontinuální), sekundární (s odpovídáním), pasivní (smebové, dopplerovské, časoměrné)
- technické parametry: kmitočet, modulace, výkon TX, citlivost RX, diagram ANT, potlačení parazitních cílů
- tačnické parametry: oblast a doba přehledu, souřadnice, rozlišení, odolnost proti rušení
- odrazové vlastnosti cíle: stříhoduota odraženého signálu, tvar spektrálních funkcí amplitudy a fáze, dopplerovský posuv kmitočtu
- sekundární vyzařování: odraz (cíl velký, hladký), rozptyl (velký, drsný), rezonanční záření ($\lambda \approx \text{cíl}$), difrakce ($\lambda > \text{cíl}$, energie obtéká cíl)
- elementární cíl - efektivní odrazná plocha S_e , snaha o max. vs. min., je úrovní výkonu odraženého zpět k RLS
- složené cíle: 1. typu (odrazná plocha s exp. nebo H^2 rozdělením, Swerlingovy kategorie), 2. typu (rozptýlení objemové - uvaž, plošné - voda; reflektivita $[m^2/m^2]$)

HRAR

② Dosah radiolokátorů, antény radiolokátorů, vliv šíření elmag. vln na činnost radiolokátorů.

- radiolokační rovnice $P_{rx} = \frac{P_{tx} \cdot G_{ARL}^2 \cdot S_{cAR} \cdot A^2 \cdot \epsilon}{(4\pi)^3 \cdot r^4 \cdot L_{fex} \cdot L_{atx}}$
- maximální dosah $\sim \sqrt[4]{P_{tx}}, \sqrt[4]{1/P_{exmin}}, \sqrt[2]{A}, \sqrt[2]{G_{ARL}}, \sqrt[4]{S_{cAR}}$ (primární RLS)
- dosah sekundárního RLS dán odpovídáním $\sim \sqrt{P_{tx}}, \sqrt{1/P_{exmin}}, \sqrt{G_{ARL}}, 1$
- citlivost přijímače $P_{exmin} = \frac{S}{N} \cdot k \cdot T_s \cdot B_{nre}$
- parametry antény: diagram vyzařování, zisk, θ_{3dB} , impedance, ...
- antény: reflektorové (paraboloid), řady (pole, DBF)
- šíření vln: zadržování povrchu + refrakce, superrefrakce, útlum v atmosféře, difrakce (při elevaci $< 5^\circ$)
- smírání prostoru: jednoduché (přehledové, sektorové, kuželové), složené (šroubovicové, pilovité)

MRAR

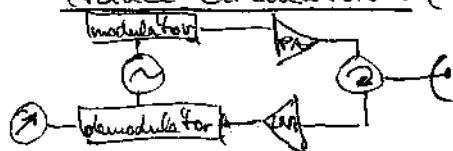
③ Signály v aktivní radiolokaci, zpracování a zobrazování radiolokačních informací, potlačení odrazů od pevných cílů.

- signály pro kontinuální radar: FMCW (frekv. variace), CW-PM (s frekv. modulací s PRN)
- signály pro impulsní radar: bez vnitropulsní modulační (obdelm²), s vnitropulsní modulací (lineární FM, LFM s amplitudovým váhnutím, nelineární FM, s frekv. sloky; binární PM (Balev), M-ární PM (Frank))
- primární zpracování (signálový procesor): pulsní kompresor (přířpisobena' filtrace), dopplerovský filtr (filtrace sig. pro různé rychlosti), detektor (je tam cíl? - adaptivní), extraktor (poloha + parametry cíle)
- sekundární zpracování (datový procesor): zpracování neldita běhu, filtrace dat datůch a sekundárních radarů
- indikace pohybujících cílů - potlačují statické objekty
- impulsní metoda s koherentními kmity: dopplerovský posun signálu odraženého od pohybujícího se cíle; při pulsním provozu + koherentní detekci impulzy v obalce Dopplera; šlepa' rychlost cíle (zmena f , staggering)
- Moving Target Indication / Detection

MRAR

④ Radiolokatory s impulsním a kontinuálním provozem, bloková zapojení, komponenty radarů.

- RLS s kontinuálním provozem: CW (pohybující cíle), LFM (výškové, dálkové)
- izdace cirkulátorem ($\sim 30\text{ dB}$) $\Rightarrow$ menší výkony



- RLS s impulsním provozem - nekoherentní, koherentní ($i \Delta f$)
- dělení podle opal. frekvence PRF - kompromis mezi max. vzdáleností a rychlostí
- LPRF (max. vzdálenost), MPRF (kompromis), HPRF (max. rychlost)
- staggering - změna opalovací periody pulsního radaru
- technologie: vlnová rotační spojka, polarizátor, PA s magnetronem
- TX: vlnové elektronky (klystron, permatron, TWT, magnetron), tranzistory (HBT, LDMOS)
- PX: heterodyny, časové řízení citlivosti STC; duplexery s cirkulátorem

NRAR

⑤ Pasivní radiolokace, metody, systematické požadavky

- směrové DOA (Direction of Arrival) - využití interferenční metodou a fázovanou anténou radar; např. BORAP, sektor 120° , dvě stanice
- časové TDOA (Time Difference of Arrival) - měření časového rozdílu příchodu signálu ke třem stanicím, energ. bilance ~ sekundární radar, soustava hyperboloidů
- systém VERA - 200 cílů, sektor 120° , dosah $\sim 450\text{ km}$ (radii horizont), identifikace cílů, přesnost $\sim 100\text{ m}$

NRAR

⑥ Základní úkoly a prostředky navigace, navigační výpočty, geodetické souřadné soustavy.

- orthodroma - nejkratší spojnice
- loxodroma - spojnice svírající stejný úhel s meridionálními přímkami
- declinace - rozdíl severu magnetického a zeměpisného
- deviace - rozdíl severu magnetického a kompasového
- mapové projekce: válcová, pseudoválcová, rovinná, kuželová, ...
- zeměpisná geodet. šírka φ , délka λ , elipsoidická výška h ; definováno na zvoleném elipsoidu, který popisuje geoid
- elipsoidy: S-42 (Krasovského, mapy), S-55 (Besselův, katastrální), WGS-84 (GPS)
- navigace: stromávací, kompasová, výpočetní, rádiová, astronomická, družicová
- navigační trojúhelník: vektor pravé vodorovné rychlosti (kurza letadla), vektor větru, vektor skutečné rychlosti

NRAR

⑦ Navigační prostředky během letového provozu

- systemy s FM mod (vnitř. záruje, ztlac. cejchován v Lu3, nespojitě; potlačení diskrétnosti rušení fo před balancem detektorem), systemy FM s Dopplerovým jevem (em vlny, při pohybu)
- systemy s IM mod: výškoměr (vzlétání od země), dálkoměr (opačovací, $f_{ex} \neq f_{rx}$, DME)
- system blízké navigace VOR (všesměrové majáky, hodnotení Δf signálu 30kHz měřeno a referenčního - FM@9960kHz)
- dálkoměrný system DME (při přijetí zář. stanici opačován za 50ns, $f_{ex} \rightarrow f_{rx}$)
- sekundární radiolokátor SSR (dotazovací v ATC, odpovídá 200W v letadle)
- měřící majáky NDB (DV-SV, zahorizontální)
- Instrument Landing System ILS: kurzový maják ILS-LOC (za dráhou, dva laloky 90+150kHz), sestupový maják ILS-GS (vímno dráhou, opět dva laloky 90+150kHz, sestupová rovina $\sim 3^\circ$), maršlové majáky (3-dálka 400kHz, střed 1300kHz, pl. 3000kHz)
- Microwave Landing System MLS: nástupce ILS, pásmo 5GHz, "kvant" charakteristikami
- přistávací radar PAR (primární, poloha při sestupu, vlastní elevace a azimut)

NRAR

⑧ Družicové navigační systemy, vlastnosti, aplikace

- úhloměrné systemy (elevační úhel k družici, nepřesné, směrové antény)
- Dopplerova navigace (ne-GEO družice, min. 3 rozdílová měření)
- interferometrická metoda (dvě posunuté antény přímě vzdálené, včetně směru signálu, "diferenciální" - bez synchronizace hodin); měření fáze nosné - přesnější
- dálkoměrná metoda (GPS, GLONASS - průnik třech kulových ploch); obsahuje časovou neuvěřitelnost přijímače $\Rightarrow$ pro 3D zaměření nutné 4 družice
- v RX generátor kopie družicové zprávy + korelátor
- dva korelátory (předbíhající + zpožděný) $\Rightarrow$ diskriminátor pořadí
- dálkoměrný kód + navigační zpráva, multiplex CDMA (GPS) či FDMA
- chyba: vícecestný šíření, S/N, zpoždění ionosférou/troposférou, chyby keplerianu družice, úpočty, znečištění
- Dilution of precision (DOP) - závisí na poloze družic

HEAR

⑨ Signály družicových navigačních systémů a jejich generace a zpracování

- L1 (1575,42 MHz): C/A : P kódy ; L2 (1227,6 MHz): P kód

- modulace BPSK

- Coarse Acquisition C/A: Goldův kód 1,023 Mb/s, na L1 ~~na L1~~

- Precision P: 10,23 Mb/s, autorizovaný, na L1 i L2

- kódy C/A mají vyžaduje autokorelační maximum a malou vzájemnou korelaci

- navigační zpráva SDBPS: 5 podčástí (časový, ephemeridy, almanach),
rána ... 1500b & 30sec, kompletní almanach 12,5min

HEAR

⑩ Koncepce družicových navigačních přijímačů, zpracování signálů, standardy pro přenos navigačních zpráv

- bloky RX: anténa, navigační přijímač, navigační počítač

- multikanálový RX (více VF vstupních částí, každý kontinuálně pro 1 družici)

- selvencí měřicí RX (2 vstupy: měřící rychlost přepínání a detektor pro SDBPS)

- multiplerní RX (1 vstup, přepínání < 1 bit, nižší přesnost, levnější)

- diferenční GPS (referenční stanice ve známém bodu, vysílá korekce, platí pro radius ~ 400km, formát RTCM)

- kommunikační protokol NMEA 0183 (zpráva např. GPENC), protokol S-RF Binary