

OBSAH



Predslov..... 7

1 Úvod do elektronického boje..... 9

2 Spravodajstvo a rádiotechnický prieskum..... 21

3 Princípy pasívnej rádiolokácie..... 24

3.1 Energetické pomery v pasívnej rádiolokácii..... 24

3.2 Dosah prostriedku RTPs 26

3.3 Vlastnosti elektromagnetického vyžarovania 28

3.4 Typická funkčná schéma systému RTPs 29

4 Zdroje a signály v RTPs..... 32

4.1 Aktívne impulzové rádiolokátory 33

4.1.1 Civilné aktívne impulzové rádiolokátory 33

4.1.2 Vojenské aktívne impulzové rádiolokátory..... 34

4.2 Parametre zdrojov rádiotechnického prieskumu..... 34

4.2.1 Frekvencia nosného signálu 35

4.2.2 Opakovacia perióda..... 36

4.2.3 Doba trvania impulzu 36

4.2.4 Perióda otáčania / sektorovania antény 36

4.2.5 Vplyv parametrov impulzových rádiolokátorov na ich činnosť..... 37

4.2.6 Rádiolokačné signály v RTPs a spôsoby ich modulácií..... 38

4.3 Identifikačné systémy a ich signály 43

4.3.1 Princíp činnosti identifikačných systémov 45

4.3.2 Dopytovače identifikačných systémov..... 47

4.3.3 Odpovedače identifikačných systémov 54

4.4 Rádionavigačné systémy a ich signály 61

4.4.1 Smerový rádiový zameriavač (VHF Direction Finding - VDF)..... 63

4.4.2	Navigačný systém VOR.....	66
4.4.3	Navigačný systém VOR/DME.....	69
4.4.4	Taktický navigačný systém TACAN	71
4.4.5	ILS – Instrument Landing System	74
4.4.6	Mikrovlnový pristávací systém MLS	78
5	Vysielače rádiatechnických signálov	81
5.1	Impulzové vysielače s vnútorným budením	81
5.2	Impulzové vysielače s vonkajším budením	82
5.3	Vysielače signálov s vnútroimpulzovou moduláciou	84
5.3.1	Vysielače s dvojstavovou fázovou vnútroimpulzovou moduláciou	85
5.3.2	Vysielače so spojitou frekvenčnou vnútroimpulzovou moduláciou	86
5.3.3	Vysielače s diskretnou frekvenčnou vnútroimpulzovou moduláciou ..	87
5.3.4	Vysielače s vnútroimpulzovou viacstavovou fázovou moduláciou.....	88
5.4	Moderné trendy pri generovaní rádiatechnických signálov	90
5.4.1	Softvérovo definované vysielače	91
5.4.2	Generovanie RT signálov s diskretnými fázovými VIM	93
5.4.3	Generovanie RT signálov s frekvenčnými VIM	95
6	Príjem a spracovanie signálov zdrojov RTPs	98
6.1	Superheterodynové prijímače prostriedkov RTPs	98
6.1.1	Sústava antén a VF obvodov	99
6.1.2	Sústava konvertorov do MF pásma	99
6.1.3	MF časť s analógovo-číslíkovým prevodníkom	103
6.1.4	Signálový procesor	105
6.2	Homodynové prijímače prostriedkov RTPs	105
6.3	Moderné trendy pri prijíme a spracovaní rádiatechnických signálov	107
6.3.1	Softvérovo definované prijímače	108
6.3.2	Softvérové prijímače	110
6.3.3	Spracovanie RT signálov s využitím SDR	110
7	Lokalizace zdrojů signálu v radiotechnickém průzkumu.....	116
7.1	Rozdělení metod zaměřování zdrojů signálů v RTPz.....	116
7.2	Triangulační metoda	118
7.3	Metody určení směru na zdroj signálu.....	120
7.3.1	Amplitudové metody zaměřování	120
7.3.2	Fázová metoda zaměřování	123
7.4	Časoměrně-hyperbolická metoda určování polohy cíle.....	125

7.5	Metoda Doppler Difference	129
7.6	Metoda vrcholového úhlu	133
7.7	Metoda PG	135
7.8	Kombinace směroměrných metod s TDOA	139
8	Analýza signálů v RTPs	146
8.1	Základné atribúty procesu analýzy RT signálů	147
8.2	Spôsoby merania parametrov RT signálů	148
	8.2.1 Meranie frekvencie nosného signálu rádiatechnických signálů	149
	8.2.2 Meranie doby trvania rádiatechnických signálů	154
	8.2.3 Meranie opakovacej periódy rádiatechnických signálů	156
8.3	Inter-pulsní a intra-pulsní analýza signálů	157
	8.3.1 Inter-pulsní analýza rádiatechnických signálů	159
	8.3.2 Deinterleaving rádiatechnických signálů	167
	8.3.3 Intra-pulsní analýza rádiatechnických signálů	175
9	Identifikácia zdrojov signálů v RTPs	180
9.1	Klasifikácia signálů s vnútroimpulzovou moduláciou	182
	9.1.1 Algoritmy pracujúce na báze pravdepodobnostných prístupov	182
	9.1.2 Algoritmy pracujúce na báze štatistických prístupov	183
	9.1.3 Algoritmy pracujúce na báze parametrických prístupov	184
	9.1.4 Algoritmy založené na umelej inteligencii	186
	9.1.5 Algoritmy založené na kombinácii predchádzajúcich algoritmov	189
9.2	Rozpoznávanie zdrojov signálů	192
	9.2.1 Algoritmus založený na využití Houghovej transformácie	193
	9.2.2 Využitie histogramov a distribučnej funkcie parametrov signálů	194
	9.2.3 Algoritmus založený na využití neurónovej siete a parametrov signálů	196
10	Automatické sledování zdrojů signálů v RTPs	200
10.1	Obecná analýza přesnosti určení polohy zdroje RT signálu	200
10.2	Aplikace řešení kovarianční matice na metodu triangulace	204
10.3	Zlepšení chyby vícenásobným měřením polohy – fúze dat	207
10.4	Automatické sledovanie dráhy pohyblivých zdrojov RTPs (tracking)	210
	10.4.1 Inicializácia a zistenie dráhy	211
	10.4.2 Sledovanie dráhy zdroja na báze Kalmanovho filtra	212
11	Modelovanie a simulácia systému analýzy signálů	218
11.1	Tvorba modelu spracovania a analýzy RT signálů v systéme RTPs	219

11.2	Výsledky simulácií modelu spracovania a analýzy RT signálov v systéme RTPs	222
11.2.1	LNA s preselektorom	222
11.2.2	Frekvenčná ústredňa CW referenčné signály	223
11.2.3	Kvadratúrny konvertor do MF pásma	224
11.2.4	Grafická prezentácia výsledkov modelovania a simulácie	225
Prílohy		228
Príloha 1	Prejavy jednotlivých druhov zmien frekvencie nosného signálu	229
Príloha 2	Prejavy jednotlivých druhov zmien opakovacej periódy	231
Príloha 3	Prejavy jednotlivých druhov zmien doby trvania impulzu	233
Príloha 4	Určenie periódy otáčania alebo sektorovania antény	235
Príloha 5	Priebehy modulačných funkcií a konštelačné diagramy polyfázových kódov	237
Príloha 6	Činnosť IDRL zaznamenaná na pracovisku analýzy signálov	243
Príloha 7	Ukážka intra-pulsnej analýzy vybraných druhů radarů	244
Príloha 8	Tabuľka frekvencií, používaných v leteckej navigácii	245
Príloha 9	Aplikácia algoritmu spracovania signálu v softvérovej časti SDP	253
Bibliografia		258
Zoznam skratiek a značiek		267
Index		273