

# OBSAH

<b>1.</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>SYTÉMY ŘÍZENÍ LETU .....</b>	<b>4</b>
2.1	PSYCHICKÉ PROCESY PŘI ŘÍZENÍ.....	5
2.1.1	<i>Příjem informace.....</i>	5
2.1.2	<i>Zpracování informace.....</i>	5
2.1.3	<i>Rozhodnutí o řízení.....</i>	5
2.1.4	<i>Vlastní řízení.....</i>	5
2.2	STUPNĚ AUTOMATIZACE .....	6
2.2.1	<i>Systémy poloautomatického řízení.....</i>	6
2.2.1.1	<i>Vazba dynamicko – výkonová.....</i>	6
2.2.1.2	<i>Vazba informační.....</i>	7
2.2.2	<i>Automatické řízení.....</i>	8
2.2.2.1	<i>Automatická řízení lokálního významu.....</i>	8
2.2.2.2	<i>Automatická řízení globálního významu.....</i>	8
2.3	SYSTÉMY ŘÍZENÍ LETU .....	8
2.3.1	<i>Struktura systémů řízení letu .....</i>	8
2.3.2	<i>Hierarchické úrovně systémů řízení letu .....</i>	10
<b>3.</b>	<b>DYNAMICKE VLASTNOSTI LETADLA.....</b>	<b>12</b>
3.1	LETADLOVÉ SOUŘADNÉ SOUSTAVY.....	12
3.2	PŘEVODY SOUŘADNÝCH SOUSTAV .....	13
3.2.1	<i>Převod ze zemské souřadné soustavy do letadlové.....</i>	13
3.2.2	<i>Převod z aerodynamické souřadné soustavy do letadlové.....</i>	13
3.3	POHYBOVÉ ROVNICE LETADLA.....	15
3.3.1	<i>Předpoklady pro odvození pohybových rovnic.....</i>	15
3.3.2	<i>Základní tvary pohybových rovnic.....</i>	15
3.3.3	<i>Složkové tvary pohybových rovnic.....</i>	15
3.3.3.1	<i>Silové rovnice .....</i>	16
3.3.3.2	<i>Momentové rovnice .....</i>	16
3.3.3.3	<i>Kinematické rovnice .....</i>	17
3.3.4	<i>Linearizace rovnic letadla.....</i>	18
3.3.4.1	<i>Odchytkové rovnice .....</i>	18
3.3.4.2	<i>Linearizace sil a momentů.....</i>	19
3.4	PODÉLNÝ POHYB LETADLA .....	20
3.4.1	<i>Rovnice silové a momentová.....</i>	20
3.4.2	<i>Rovnice bezrozměrné.....</i>	20
3.4.3	<i>Výsledný tvar pohybových rovnic podélného pohybu letadla.....</i>	21
3.4.4	<i>Vlastnosti podélného pohybu.....</i>	22
3.4.4.1	<i>Charakteristický polynom .....</i>	22
3.4.4.2	<i>Aproximace podélného pohybu.....</i>	22
3.4.4.3	<i>Přechodové charakteristiky .....</i>	23
3.4.5	<i>Stavový popis.....</i>	24
3.5	STRANOVÝ POHYB LETADLA .....	25
3.5.1	<i>Silová a momentové rovnice.....</i>	25
3.5.2	<i>Bezrozměrné rovnice .....</i>	25
3.5.3	<i>Výsledný tvar pohybových rovnic.....</i>	26
3.5.4	<i>Vlastnosti stranového pohybu.....</i>	27
3.5.4.1	<i>Charakteristický polynom .....</i>	27
3.5.4.2	<i>Aproximace stranového pohybu.....</i>	28
3.5.4.3	<i>Přechodové charakteristiky .....</i>	28
3.5.5	<i>Stavový popis.....</i>	29
<b>4.</b>	<b>STABILIZACE DYNAMIKY LETU LETADLA – AUTOPILOTY.....</b>	<b>30</b>
4.1	ÚKOLY STABILIZACE DYNAMIKY LETU LETADLA .....	30
4.2	STRUKTURA SYSTÉMŮ STABILIZACE DYNAMIKY LETU LETADLA.....	31
4.3	POPIS AUTOPILOTU.....	32
4.3.1	<i>Servomechanismy autopilotů - uspořádání.....</i>	33

4.3.1.1	Servomotory servomechanismů autopilotů .....	34
4.3.2	Typy servomechanismů.....	34
4.4	SPECIFIKACE LETOVÝCH VLASTNOSTÍ.....	36
4.4.1	Klasifikace letadel .....	36
4.4.2	Letové fáze.....	37
4.4.3	Úrovně letových vlastností.....	37
4.4.4	Specifikace letových vlastností podélného pohybu .....	39
4.4.5	Specifikace letových vlastností stranového pohybu .....	39
4.5	METODY SYNTÉZY .....	40
4.6	STABILIZACE PODÉLNÉHO POHYBU LETADLA.....	41
4.6.1	Stabilizace rychlosti klopení – návrh tlumiče SP.....	41
4.6.2	Stabilizace úhlu náběhu – návrh stabilizátoru .....	44
4.6.3	Systémy zvýšené stability / říditelnosti – SAS/CAS .....	48
4.6.4	Stabilizace podélného sklonu letadla.....	49
4.6.5	Přiřazení kořenů uzavřeného obvodu (pole placement) .....	52
4.7	STABILIZACE STRANOVÉHO POHYBU LETADLA .....	53
4.7.1	Charakteristika stranového pohybu.....	53
4.7.2	Nekoordinovaný stranový pohyb .....	53
4.7.3	Stranový pohyb koordinovaný .....	54
4.7.3.1	Charakteristika .....	54
4.7.3.2	Tlumič klonění .....	54
4.7.3.3	Tlumič kymácivé složky - zatáčení .....	55
4.7.3.4	Získání koordinace stranového pohybu.....	56
4.7.3.5	Kanál směrovky koordinovaného pohybu.....	58
4.7.3.6	Stabilizace a řízení polohových úhlů stranového pohybu.....	59
<b>5.</b>	<b>VEDENÍ LETADLA PO TRATI.....</b>	<b>62</b>
5.1	ÚKOLY SYSTÉMŮ AUTOMATICKÉHO ŘÍZENÍ LETU.....	62
5.2	ROVNICE ŘÍDÍCÍHO SYSTÉMU .....	62
5.3	KINEMATICKÉ ROVNICE .....	63
5.4	SYSTÉMY AUTOMATICKÉHO ŘÍZENÍ LETU.....	63
5.5	SYSTÉM ŘÍZENÍ LETU AFC .....	65
5.6	STABILIZACE VZDUŠNÉ RYCHLOSTI.....	67
5.6.1	Druhy rychlostí letu letadla.....	67
5.6.2	Stabilizace rychlosti pomocí přípustě motoru .....	68
5.6.3	Systém automatického řízení tahu motorů.....	71
5.7	STABILIZACE BAROMETRICKÉ VÝŠKY .....	72
5.7.1	Rozbor přesnosti.....	73
5.7.2	Formulace problému stabilizace .....	75
5.7.3	Stabilizace vertikální rychlosti .....	76
5.7.4	Módy AFS pro vedení letadla ve vertikální rovině .....	77
5.8	VEDENÍ LETADLA V HORIZONTÁLNÍ ROVINĚ .....	78
5.8.1	Řízení a stabilizace stranové odchylky od trati (mód NAV).....	78
5.8.1.1	Řešení přesnosti .....	78
5.8.1.2	Problematika stability letu.....	80
5.8.2	Řízení a stabilizace úhlové odchylky od trati (mód VOR) .....	81
5.8.2.1	Kinematika letu v paprsku radiomajáku VOR.....	81
5.8.2.2	Fáze letu po trati dané úhlovou odchylkou.....	82
5.8.2.3	Problematika stability letu v módu TRK.....	84
5.8.3	Módy vedení letadla v horizontální rovině .....	84
<b>6.</b>	<b>KONEČNÉ PŘIBLÍŽENÍ PŘED PŘISTÁNÍM .....</b>	<b>85</b>
6.1	ZÁVĚREČNÉ FÁZE LETU.....	85
6.2	PROVOZNÍ MINIMA .....	86
6.3	PŘIBLIŽOVACÍ PROSTOR .....	86
6.3.1	Přesné přibližovací majáky ILS.....	86
6.3.1.1	LOC – localizer.....	86
6.3.1.2	GS – glideslope .....	87
6.4	LET V KURZOVÉ ROVINĚ LOC.....	88
6.4.1	Fáze zachycení paprsku LOC CPT.....	88
6.4.2	Kinematika letu ve fázi sledování paprsku LOC.....	90
6.4.3	Kinematické vztahy.....	91

6.4.4	Řídicí systém.....	91
6.5	LET V SESTUPOVÉ ROVINĚ ( $\epsilon_{GS}$ ).....	92
6.5.1	Kinematika letu.....	92
6.5.2	Kinematické rovnice.....	93
6.5.3	Proměnný koeficient zesílení.....	93
6.5.4	Řídicí systém letu po sestupovém paprsku.....	94
6.6	VLASTNÍ PŘISTÁNÍ.....	94
6.6.1	Podrovnání.....	95
6.6.2	Řešení podrovnání.....	96
6.7	ZÁVĚREČNÉ FÁZE LETU SYSTÉMU AFS.....	97
6.7.1	Mód LAND – fáze činnosti.....	98
6.7.2	Mód LAND – sled akcí na FMA.....	98
6.7.3	Mód LAND – logická síť.....	99
6.7.4	Mód LAND – popis logických podmínek.....	99
<b>7.</b>	<b>POVELOVÉ SYSTÉMY – LETOVÝ DIREKTOR.....</b>	<b>100</b>
7.1	VEDENÍ LETADLA V KURZOVÉ ROVINĚ LOC.....	101
7.2	VEDENÍ LETADLA V SESTUPOVÉ ROVINĚ GS.....	101
7.3	ŘÍZENÍ POMOCÍ VEKTORU DRÁHY LETU.....	102
<b>8.</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>103</b>
8.1	ARCHITEKTURA SYSTÉMU ŘÍZENÍ LETU AFS U A330/A340.....	103
8.2	MÓDY ČINNOSTI SYSTÉMU AFS.....	105
8.3	ZÁKONY AUTOMATICKÉHO ŘÍZENÍ SYSTÉMU AFS.....	105
8.4	SYSTÉM AUTOMATICKÉHO TAHU MOTORŮ.....	107
8.5	SHRNUTÍ.....	108
<b>9.</b>	<b>LITERATURA.....</b>	<b>109</b>
<b>10.</b>	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>110</b>
10.1	REJSTŘÍK ZKRATEK.....	110
10.2	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	112
10.3	SEZNAM TABULEK.....	113