

SISTEMI DI RILEVAMENTO E NAVIGAZIONE

CAPITOLO 1

LA NAVIGAZIONE I RADIOAIUTI E LA NAVIGAZIONE SATELLITARE

§ 1.1	LA NAVIGAZIONE ED I RADIOAIUTI.....	1
1.1.1	Cenni storici e Definizioni	1
1.1.2	Modalità e Tecniche Fondamentali.....	3
1.1.3	Parametri Caratteristici di un Sistema di Navigazione	6
1.1.4	Quadro generale dei vari sistemi	6
1.1.5	Sistemi a lungo raggio: il LORAN C.....	8
1.1.6	Sistemi a lungo raggio: l' OMEGA	10
1.1.7	Sistemi a medio raggio per la misura angolare: NDB e VOR	10
1.1.8	Sistemi a medio raggio per misure di distanza: DME; cenni sul TACAN	12
1.1.9	Sistema di atterraggio strumentale – ILS	15
1.1.10	Cenni sul MLS e sull'evoluzione dei sistemi per l'atterraggio.....	20
1.1.11	Cenni sulla navigazione inerziale e Doppler	21
§ 1.2	NAVIGAZIONE SATELLITARE.....	23
1.2.1	Introduzione e storia	23
1.2.2	La determinazione della posizione.....	24
1.2.3	La Misura del TOA attraverso codici pseudorandomici	26
1.2.4	Determinazione della posizione (equazioni di navigazione)	27
1.2.5	Determinazione della velocità.....	31
1.2.6	Sistemi di riferimento	33
1.2.6.1	Sistemi di riferimenti spaziali	33
1.2.6.2	Sistemi di riferimento temporali	36
1.2.7	Orbite satellitari	37
1.2.8	Scelta della costellazione satellitare.....	42
1.2.9	L'architettura generale di un GNSS (Global Navigation Satellite System)	45

CAPITOLO 2

IL SISTEMA GPS

§ 2.1	ARCHITETTURA DEL SISTEMA GPS	49
2.1.1	Segmento spaziale	49
2.1.2	Segmento di controllo.....	52
2.1.3	Segmento utente.....	53

§ 2.2	CARATTERISTICHE DEI SEGNALE GPS	53
2.2.1	Codici pseudorandomici e loro proprietà	59
2.2.2	Messaggio di Navigazione	61
§ 2.3	ACQUISIZIONE E TRACKING DEL SEGNALE GPS (IL RICEVITORE GPS)	63
§ 2.4	PRESTAZIONI DEL SISTEMA GPS	77
2.4.1	Sorgenti di errore di pseudorange	77
2.4.1.1	Errori dovuti alle effemeridi	78
2.4.1.2	Errori dovuti al clock del satellite	79
2.4.1.3	Errori dovuti agli effetti relativistici	79
2.4.1.4	Errori dovuti alla ionosfera	79
2.4.1.5	Errori dovuti alla troposfera	85
2.4.1.6	Errori dovuti al multipath	86
2.4.1.7	Errori dovuti all'SA	88
2.4.1.8	Errori dovuti al ricevitore	88
2.4.2	Uere budget in banda L	89
2.4.3	La diluzione di precisione	89
§ 2.5	EVOLUZIONE DEL GPS	93

CAPITOLO 3

GALILEO E GLONASS

§ 3.1	IL SISTEMA GALILEO	99
3.1.1	Cenni storici e motivazioni	99
3.1.2	I servizi di Galileo	101
3.1.3	Servizi combinati	103
3.1.4	Architettura	104
3.1.4.1	Il segmento spaziale	105
3.1.4.2	Ground Control Segment (GCS)	109
3.1.4.3	Ground Mission Segment (GMS)	110
3.1.4.4	User Segment	112
3.1.4.5	Il segmento locale	112
3.1.5	I sistemi di riferimento	113
3.1.6	I segnali di GALILEO	113
3.1.6.1	Introduzione e generalità	113
3.1.6.2	Conclusioni delle WRC 2000/2004: Frequenze per Galileo	114
3.1.6.3	Segnali, frequenze e dati caratteristici di ogni servizio	117
3.1.6.4	I codici di spreading	119
3.1.6.5	Il canale pilota	124
3.1.6.6	Il segnale di integrità	124

3.1.6.7 Autenticazione	125
3.1.6.8 La modulazione del segnale Galileo	125
§ 3.2 IL GLONASS	133
§ A1/3 APPENDICE. Modulazioni numeriche utilizzate dal sistema Galileo	138
A1/3.1 Modulazione BOC	138
A1/3.2 Modulazione AltBOC	139

CAPITOLO 4

SISTEMI DI SUPPORTO AI GNSS

§ 4.1 INTRODUZIONE.....	141
§ 4.2 SISTEMI DI SUPPORTO AL GNSS DI TIPO “LOCAL AREA”	142
4.2.1 GPS differenziale (DGPS)	142
4.2.2 Local Area Augmentation System (LAAS).....	142
4.2.3 Ground Based Augmentation System (GBAS).....	143
4.2.4 Aircraft Based Augmentation System (ABAS)	144
4.2.5 Ground Based Regional Augmentation System (GRAS)	145
§ 4.3 SISTEMI DI SUPPORTO AL GNSS A LUNGO RAGGIO	146
4.3.1 GPS differenziale a lungo raggio (WADGPS)	146
4.3.2 Satellite Based Augmentation System (SBAS)	148
4.3.3 Wide Area Augmentation System (WAAS): generalità	149
4.3.4 European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS)	150
4.3.5 Architettura EGNOS.....	151
§ 4.4 IL PROBLEMA DELL’INTEGRITÀ.....	152
4.4.1 Tecnica Raim	158
4.4.2 Metodi per l’isolamento e per l’esclusione	167
4.4.2.1 Il metodo FDI.....	167
4.4.2.2 Il metodo FDE.....	169
§ A1/4 APPENDICE: TECNICHE DI LOCALIZZAZIONE BASATE SULLE	
RETI DI TELEFONIA MOBILE	171
A1/4.1 Tecniche basate sull’identificativo di cella	172
A1/4.2 E-CGI (Enhanced–Cell Global ID).....	176
A1/4.3 SMPS (Simple Mobile Positioning System).....	177
A1/4.4 TDOA (Time Difference Of Arrival)	177
A1/4.5 E–OTD (Enhanced Observed Time Difference).....	178
A1/4.6 U–TOA (Uplink–Time Of Arrival)	180
A1/4.7 AOA (Angolo Di Arrivo)	181
A1/4.8 Antenne adattative	182
A1/4.9 DFL (Data Fit Location)	183

A1/4.10 Signal Signature Patterns	183
A1/4.11 Tecniche basate su sistemi di posizionamento satellitari (A-GPS).....	184
A1/4.12 Standardizzazioni	185

CAPITOLO 5

IL CONTROLLO E LA GESTIONE DEL TRAFFICO AEREO (ATC/ATM)

§ 5.1 CENNI STORICI E FINALITÀ GENERALI	187
§ 5.2 I SERVIZI DEL TRAFFICO AEREO	195
§ 5.3 REGOLE DI VOLO (FLIGHT RULES)	198
§ 5.4 CLASSIFICAZIONE DELLO SPAZIO AEREO	199
§ 5.5 L'EVOLUZIONE DELL'ATC ED IL CNS/ATM.....	203
§ 5.6 IL FREE FLIGHT E LA NAVIGAZIONE D'AREA.....	208
§ 5.7 RADAR PRIMARI.....	215
5.7.1 ATCR-33 K	217
5.7.2 ATCR-33 S.....	219
§ 5.8 RADAR SECONDARI (SSR: SECONDARY SURVEILLANCE RADAR) E DI MODO S	221
5.8.1 Generalità, Segnali di Interrogazione e Risposta.....	221
5.8.2 Interferenze e Metodi per Combatterle.....	225
5.8.3 Evoluzione del SSR: Monopulse e Modo S	225
5.8.4 Segnali Up-Link e Down-Link del Modo S	228
5.8.5 Cenni sulle Architetture di Sistema	234
§ 5.9 SCHEMA DI UN CENTRO ATC	238
§ 5.10 CONTROLLO DEL TRAFFICO AEROPORTUALE	239
5.10.1 Funzioni dell'A-SMGCS.....	240
5.10.2 Livelli di automazione dell'A-SMGCS	241
5.10.3 Requisiti fondamentali di un SMR (Surface Movement Radar).....	242
5.10.4 Copertura verticale di un SMR.....	246
5.10.5 Esempio di architettura di un sistema A-SMGCS	248
5.10.6 La sorveglianza per "safety" e quella per "security"	250
5.10.7 Sistemi di sicurezza perimetrale	251
5.10.8 Controllo di Apron e SMGCS; Architettura A-SMGCS	251
§ 5.11 EVOLUZIONE DELLA SORVEGLIANZA NELL'AIR TRAFFIC MANAGEMENT	252
5.11.1 ADS-B (Automatic Dependent Surveillance Broadcast).....	252
5.11.1.1 Caratteristiche e specifiche delle trasmissioni ADS-B	254
5.11.1.2 Utilizzi dell'ADS-B e benefici introdotti.....	255
5.11.1.3 Limiti dell'ADS-B.....	257
5.11.1.4 Cenni sulla tecnologia.....	257
5.11.1.5 Applicazioni dell'ADS-B per la sorveglianza	259

5.11.1.6 ADS-B e CDTI	260
5.11.2 TIS-B (Traffic Information Service Broadcast)	260
5.11.2.1 Modalità di selezione del TIS-B	261
5.11.2.2 Volumi di spazio aereo	262
5.11.2.3 Messaggi del TIS-B	263
5.11.2.4 Descrizione degli elementi architettureali del TIS-B	264
5.11.2.5 I sottosistemi TIS-B di terra	265
5.11.3 I sistemi di multilaterazione di Modo S	267
5.11.3.1 Schema generale e funzionamento	268
§ A1/5 APPENDICE: CENNI SUI RADAR	277
A1/5.1 Frequenze Radar	278
A1/5.2 Principi di Funzionamento	279
A1/5.3 Cella di risoluzione	285
A1/5.4 Numero di impulsi sul bersaglio e discriminazione in frequenza Doppler	286
A1/5.5 Diverse scale temporali del segnale radar	287
A1/5.6 Portata Radar	288
 CAPITOLO 6	
IL TRAFFICO MARITTIMO E LA SUA GESTIONE	
§ 6.1 INTRODUZIONE ALLA NAVIGAZIONE MARITTIMA	293
6.1.1 Cenni storici	293
6.1.2 Suddivisione dello spazio marittimo	295
6.1.3 Carte nautiche, piani di navigazione e rotte	300
6.1.4 Tonnellaggio e identificativi di un natante	303
6.1.5 Autorità coinvolte nella gestione del traffico marittimo	304
6.1.6 Principali ausili alla navigazione	306
§ 6.2 VTS - VESSEL TRAFFIC SERVICES	308
6.2.1 Funzioni del VTS	308
6.2.2 Servizi del VTS	309
6.2.3 Sorveglianza, identificazione ed elaborazione dei dati	311
6.2.4 Definizione e suddivisione di un' area VTS	312
6.2.5 Strumenti per la copertura dell'area VTS: il radar	313
6.2.5.1 Capacità di detezione	314
6.2.5.2 Accuratezza e discriminazione	314
6.2.6 Comunicazioni nell'area VTS	315
6.2.7 Architettura del VTS italiano	315
6.2.7.1 Il VTS locale	316

§ 6.3 AIS – AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM.....	320
6.3.1 Organismi Internazionali coinvolti e ruoli svolti.....	320
6.3.2 Aspetti funzionali.....	322
6.3.3 Aspetti tecnici; accesso SOTDMA al canale.....	323
6.3.4 Messaggi AIS.....	325
6.3.5 Benefici dell'AIS nel Sistema VTS.....	326
6.3.6 Visualizzazione delle informazioni dei targets AIS	329
§ 6.4 IL VTSL ED IL MULTI SENSOR FUSION.....	330
6.4.1 Funzione del Calcolatore Centrale: Fusione Multi Sensore	330
6.4.2 La postazione operatore	332
§ 6.5 IL SISTEMA RADAR	336
6.5.1 L'Elaboratore di Testata Radar	341
6.5.2 Prestazioni del sistema radar	347
§ 6.6 INTEGRAZIONE TRA RADAR E AIS.....	348

