

Indice

Indice	v
I Strumenti concettuali	3
1 Equazioni d'osservazione e stima di parametri	5
1.1 Equazioni d'osservazione per il posizionamento	5
1.2 Adeguatezza e sensitività dei modelli deterministici	11
1.3 Richiami sul principio dei minimi quadrati	15
1.4 Minimi quadrati per problemi deficienti di rango	22
2 Sistemi di coordinate e sistemi di riferimento	31
2.1 Sistemi di coordinate	31
2.2 Trasformazioni di coordinate	38
2.3 Richiami sul campo di gravità terrestre. Coordinate intrinseche	45
2.4 Campo di gravità normale e campo anomalo	50
2.5 Ellissoide terrestre e coordinate ellissoidiche	56
2.6 Sui diversi tipi di coordinate d'altezza	64
2.7 Reference frame e sistemi di riferimento geodetici	67
2.8 Trasformazioni tra sistemi di riferimento	82
2.9 Sistemi di riferimento geodetici in uso	91
3 La propagazione di onde elettromagnetiche	99
3.1 La propagazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto	99
3.2 La propagazione delle onde elettromagnetiche nella materia	106
3.3 La struttura dell'indice di rifrazione dell'atmosfera nel Layer Topografico	113
II Posizionamento classico	121
4 Le osservabili geodetiche classiche e le loro equazioni d'osservazione	123
4.1 Introduzione	123
4.2 La Total Station e le sue osservabili	124
4.3 Le equazioni d'osservazione geometriche della Total Station	129

4.3.1	Distanza	130
4.3.2	Angolo zenitale	133
4.3.3	Angolo di direzione azimutale	136
4.4	Errori geometrici e strumentali della Total Station	141
4.4.1	Errori di stazionamento	141
4.4.2	Errore di verticalità	141
4.4.3	Errore di collimazione	144
4.5	La battuta di livellazione	145
4.6	L'equazione d'osservazione del dislivello	150
4.7	Correzioni troposferiche alle osservazioni geodetiche classiche	156
4.7.1	Correzione delle distanze	159
4.7.2	Correzione dell'angolo zenitale	160
5	Reti classiche	163
5.1	Introduzione	163
5.2	Progetto delle reti tridimensionali, per il rilevamento e per il controllo	165
5.3	Decomposizione di una rete tridimensionale in reti bidimensionale e monodimensionale. Calcolo delle coordinate approssimate	172
5.3.1	Rete di inquadramento	173
5.3.2	Rete dei punti bersaglio	177
5.4	Compensazione della rete	180
5.5	Validazione a posteriori del modello	195
III	Posizionamento con osservazioni da satellite	207
6	Informazioni generali sul sistema GNSS	209
6.1	Introduzione	209
6.2	Il segmento spaziale	210
6.3	Il segmento di controllo a terra	212
6.4	I segnali GNSS	216
6.5	Il segmento utente	219
7	Il ricevitore GNSS e la misura del tempo di volo del segnale tra satellite e ricevitore	227
7.1	Introduzione	227
7.2	L'effetto Doppler	228
7.3	La misura ideale del ritardo per mezzo della correlazione di segnale . .	233
7.4	Il front-end e la trasformazione del segnale analogico in segnale digitale	238
7.5	La fase di acquisizione	239
7.6	Il tracciamento del segnale e le equazioni d'osservazione del ritardo . .	243
7.6.1	Il tracciamento della fase	243
7.6.2	Il tracciamento del codice	246
8	Correzioni delle osservabili GNSS	251
8.1	Introduzione	251

8.2	L'effetto di curvatura	253
8.3	La correzione troposferica	261
8.4	La correzione ionosferica	267
8.5	Bias e Multipath	271
8.6	Le correzioni relativistiche	273
8.7	La marea terrestre	275
8.8	Il modello completo delle equazioni d'osservazione	279
9	Il posizionamento assoluto e relativo di punti per mezzo di osservazioni GNSS	283
9.1	Introduzione	283
9.2	Posizionamento assoluto con un solo codice	284
9.3	Posizionamento assoluto con due codici e due fasi o tre codici e tre fasi (PPP)	292
9.4	Posizionamento relativo con un solo codice	302
9.4.1	Creazione di differenze singole (SD)	303
9.4.2	Creazione di differenze doppie (DD)	304
9.5	Posizionamento relativo con codici e fasi	305
9.6	Basi corte: osservazioni ed esempi	315
10	Il posizionamento con osservazioni simultanee di molti ricevitori GNSS e reti miste GNSS e classiche	331
10.1	Introduzione	331
10.2	Processamento di una rete multibase GNSS	331
10.3	Il posizionamento di un ricevitore GNSS rispetto a una rete di stazioni permanenti	334
10.4	Un esempio sintetico	339
10.5	Un'applicazione a piccole reti di monitoraggio	343
10.6	Reti miste di osservazioni GNSS e classiche	350
11	Appendice - Convenzioni e notazioni	357
	Bibliografia	361