

INDICE

Prefazione	11
-------------------------	----

PARTE PRIMA

Capitolo 1. Definizioni e fondamenti concettuali	13
1.1 Domanda di mobilità e trasporto	13
1.2 Sistemi di trasporto	13
1.3 Importanza dei sistemi di trasporto	14
1.4 Sostituibilità dei sistemi di trasporto.....	15
1.5 Alcune caratteristiche tipiche dei sistemi di trasporto	16
1.6 Interazioni dei sistemi di trasporto con altri sistemi	19
1.7 Le componenti di un sistema di trasporto	20
1.8 La componente umana nei sistemi di trasporto.....	21
1.9 Possibili classificazioni dei sistemi di trasporto	22
1.10 Concetti di economia per lo studio dei sistemi di trasporto.....	24
Capitolo 2. Le attività dell'ingegneria dei sistemi di trasporto	27
2.1 Generalità	27
2.2 Analisi dei sistemi di trasporto.....	27
2.3 Pianificazione dei sistemi di trasporto	35
2.4 Progettazione dei sistemi di trasporto.....	38
2.5 Gestione ed esercizio dei sistemi di trasporto.....	39
2.6 Considerazioni di sintesi	42

PARTE SECONDA

Capitolo 3. Elementi di teoria del deflusso veicolare	45
3.1 Generalità	45
3.2 Variabili del deflusso a livello microscopico	45
3.3 Variabili del deflusso a livello macroscopico.....	47
3.4 Ipotesi per una trattazione elementare.....	52
3.5 La relazione fondamentale nel caso di deflusso uniforme.....	53
3.6 Deflusso stazionario organizzato in sottocorrenti	55
3.7 Relazioni tra coppie di variabili	57
3.7.1 Forma generale.....	58
3.7.2 Modello di deflusso di Greenshields	62
3.7.3 Modello di deflusso basato sulla distanza di sicurezza	64
3.8 Onde di discontinuità.....	69
3.9 Omogeneizzazione delle correnti veicolari reali.....	81
3.10 Uno sguardo al futuro: automazione del deflusso veicolare	84

Capitolo 4. Applicazioni della teoria della probabilità all'analisi dei sistemi di trasporto	89
4.1 Generalità	89
4.2 Distribuzione binomiale.....	89
4.3 Distribuzione di Poisson	93
4.4 Distribuzione esponenziale negativa	96
4.5 Distribuzione normale	99

Capitolo 5. Elementi di teoria delle code	103
5.1 Generalità	103
5.2 Definizioni e terminologia.....	104
5.3 Alcune classificazioni.....	106
5.4 Coda D/D/1 (∞ , FIFO) con sovrasaturazione di durata T	107
5.5 Le due forme della legge di Little	115
5.6 Coda M/M/1 (∞ , FIFO) stazionaria e sottosatura.....	116
5.7 Coda M/D/1 (∞ , FIFO) stazionaria e sottosatura	127
5.8 La formula di Pollaczek-Khintchine	129

Capitolo 6. Grafi e reti di trasporto	131
6.1 Generalità	131
6.2 Terminologia e definizioni sui grafi	131

6.3	Calcolo dei cammini minimi in un grafo: il teorema di Bellman e l'algoritmo di Moore-Pape.....	138
6.4	Rappresentazione numerica dei grafi	145
6.5	Reti di trasporto.....	150
6.6	Schematizzazione di sistemi reali.....	159
6.6.1	Zonizzazione del sistema territoriale.....	160
6.6.2	Schematizzazione della rete di trasporto	162
Capitolo 7. Costi d'uso e tempi di percorrenza		167
7.1	Generalità	167
7.2	Il concetto di costo generalizzato	168
7.3	Funzioni di tempo di percorrenza	170
7.3.1	Funzione <i>BPR</i>	171
7.3.2	Calcolo dei ritardi nelle intersezioni a controllo semaforico	173
7.3.3	Calcolo dei ritardi nelle intersezioni a priorità	183
Capitolo 8. Intersezioni stradali a controllo semaforico		191
8.1	Generalità sulle intersezioni stradali	191
8.2	Il controllo semaforico: considerazioni generali.....	192
8.3	Componenti degli impianti semaforici e configurazioni dei sistemi di controllo semaforico	195
8.4	Piano di funzionamento di un impianto semaforico.....	197
8.4.1	Fasatura	197
8.4.2	Timing	203
8.4.2.1	Metodo di equisaturazione.....	204
8.4.2.2	Determinazione della durata dell'intervallo di cambio	209
8.5	Modalità di funzionamento degli impianti semaforici	212
8.5.1	Controllo semaforico a tempi fissi.....	213
8.5.2	Controllo semaforico attuato dal traffico	213
8.5.2.1	Controllo semaforico completamente attuato	215
8.5.2.2	Controllo semaforico semi-attuato.....	218
8.5.3	Controllo semaforico a selezione di piano <i>traffic-responsive</i>	219
8.5.4	Controllo semaforico in modalità lampeggiante	220
8.6	Sistemi semaforici coordinati.....	220
8.7	Sistemi di rilevamento.....	224
8.7.1	Rilevamento mediante spire a induzione elettromagnetica	224
8.7.2	Altri sistemi di rilevamento	225

Capitolo 9. La domanda di trasporto	227
9.1 Generalità	227
9.2 Cause della domanda di trasporto.....	228
9.3 Classificazione della domanda di trasporto in base al motivo	228
9.4 Caratteristiche elementari degli spostamenti.....	230
9.5 Variazioni temporali della domanda di trasporto	231
9.6 Domanda di trasporto e motorizzazione privata.....	232
9.6.1 Previsione dei tassi di motorizzazione privata	234
9.7 Il sistema di modelli a quattro stadi.....	236
9.7.1 Struttura e caratteristiche generali del SM4S	237
9.7.2 Modelli di generazione degli spostamenti.....	241
9.7.3 Modelli di distribuzione degli spostamenti	242
9.7.4 Modelli di ripartizione modale degli spostamenti	244
9.7.5 Modelli di assegnazione degli spostamenti alla rete	245
Appendice. Nozioni elementari di teoria della probabilità	249
A.1 Esperimenti casuali ed eventi.....	249
A.2 Definizione di probabilità.....	249
A.3 Probabilità condizionata	250
A.4 Variabili aleatorie e distribuzioni di probabilità	251
A.4.1 Variabili aleatorie discrete	251
A.4.2 Variabili aleatorie continue.....	252
A.5 Statistiche descrittive.....	253
A.5.1 Misure di tendenza centrale.....	254
A.5.2 Misure di dispersione	254
Bibliografia	257

PREFAZIONE

Flussi, code e reti presenta una trattazione elementare di alcuni temi di fondamentale interesse nell'ambito dell'analisi dei sistemi di trasporto, con particolare riguardo agli aspetti funzionali e alla loro rappresentazione quantitativa.

Nella prima parte del volume (Capitoli 1 e 2) vengono fornite nozioni generali, definizioni e classificazioni riguardanti i sistemi di trasporto, e vengono descritte le tipologie di attività che maggiormente caratterizzano il settore dell'ingegneria che di tali sistemi si occupa.

Nella seconda parte (Capitoli da 3 a 9) vengono introdotte le principali teorie su cui si basa l'analisi funzionale dei sistemi di trasporto, integrandole, ove opportuno, con approfondimenti di carattere metodologico e contenuti di valenza applicativa. Più specificamente: il Capitolo 3 presenta i fondamenti della teoria del deflusso veicolare nei sistemi stradali; nel Capitolo 4 vengono illustrate alcune applicazioni dell'approccio probabilistico allo studio dei sistemi di trasporto; il Capitolo 5 contiene una trattazione elementare della teoria delle code, e ne evidenzia, in particolare, l'applicabilità nell'ambito dei sistemi di trasporto; il Capitolo 6 fornisce le conoscenze fondamentali relative alla teoria dei grafi e ne illustra l'impiego ai fini della rappresentazione astratta delle reti di trasporto; il Capitolo 7 è dedicato all'analisi dei costi d'uso e al calcolo dei tempi di percorrenza di singoli elementi delle reti di trasporto; nel Capitolo 8 viene approfondito il tema del controllo semaforico delle intersezioni stradali secondo una prospettiva di carattere applicativo e progettuale; il Capitolo 9 tratta il tema dell'analisi e previsione della domanda di trasporto, dapprima in termini descrittivi e concettuali e successivamente dal punto di vista della sua rappresentazione mediante modelli matematici.

Vengono infine richiamate, in appendice, alcune nozioni elementari di teoria della probabilità, che possono risultare utili principalmente ai lettori che ne fossero sprovvisti.

L'esposizione degli argomenti trattati è corredata di esempi di applicazione, che hanno lo scopo di aiutare il lettore a consolidare la comprensione dei contenuti teorici e metodologici.

Dato il carattere introduttivo della trattazione, il volume può essere adottato come testo di riferimento per un corso universitario di base nel campo dell'ingegneria dei sistemi di trasporto, e costituisce inoltre un utile strumento di consultazione per studiosi, tecnici e professionisti che desiderino avvicinarsi alle tematiche fondamentali dell'analisi funzionale dei sistemi di trasporto o ampliare le proprie conoscenze in materia.

CLAUDIO MENEGUZZER

Padova, agosto 2022