INDICE

Prefazione iii

Indice v

Bibliografia ix

Elenco delle Figure xi

Elenco delle Tabelle xv

Elenco dei Simboli xvii

Introduzione 1

CAPITOLO 1 3

1. Generalita' sul moto ed equazioni di conservazione 3

1.1 Grandezze fisiche ed unità di misura 4

1.2 Cenni sulle proprietà delle sostanze 7

1.3 Cenni di meccanica dei fluidi 8
1.3.1 Linee di flusso (traiettoria, linea di corrente e di fumo) 9

1.4 Conservazione della massa e principio di Leonardo da Vinci. 19

1.5 Conservazione dell'energia a regime stazionario o equazione di Bernoulli generalizzata 21
1.5.1 Definizione operativa dell'attrito 23

1.6 Conservazione dell'energia a regime non stazionario o equazione di Eulero 25

CAPITOLO 2 29

2. Moto incomprimibile dei fluidi 29

2.1 Fluidi newtoniani e non-newtoniani 29

2.2 Moto laminare 32

2.3 Moto turbolento 34

2.4 Esperienza di Reynolds 35

2.5 Analisi dimensionale delle perdite di pressione, o di carico, distribuite. 37

2.6 Velocità e perdite di carico distribuite in moto laminare 40
2.6.1 Moto di un fluido newtoniano in un condotto cilindrico 40
2.6.2 Moto di un fluido newtoniano tra due pareti parallele 43

2.7 Perdite di carico distribuite in moto turbolento. 48

2.8 Perdite di carico concentrate. 53
2.8.1 Brusco allargamento di sezione 53
2.8.2 Brusco restringimento di sezione 55
2.8.3 Cambio di direzione del moto 57

2.9 Perdite di carico totali 59

2.10 Potenza del propulsore. 59

2.11 Moti stazionari causati da differenze di potenziale 60
2.11.1 Scarico da un serbatoio attraverso un foro 60
2.11.2 Scarico da un serbatoio attraverso un condotto 61
2.11.3 Scarico da un serbatoio attraverso un condotto con restringimento di sezione. 63

2.12 Moti non stazionari causati da differenze di potenziale 67
2.12.1 Svuotamento di un serbatoio attraverso un foro sul fondo 67
2.12.2 Piccole aperture di scarico 71
2.12.3 Svuotamento di un serbatoio attraverso un condotto 73
2.12.4 Oscillazioni libere di un liquido in un tubo ad U. 75
2.12.5 Oscillazioni di un liquido in due serbatoi con un condotto comunicante 77

CAPITOLO 3 87

3. Misure di pressione, temperatura, portata, velocità e viscosita' 87

3.1 Misure di pressione 88

3.2 Misure di temperatura 90
3.2.1 Metodo usato fino al 1954 o della scala centigrada 90
3.2.2 Metodo usato dopo il 1954 91
3.2.3 La Scala Internazionale di Temperatura del 1990 (ITS-90) 92
3.2.4 Strumenti di misura della temperatura di un fluido 93

3.3 Misure di portata 103

3.4 Misure di viscosità 105

3.5 Misure di velocità (tubo di Pitot) 106

CAPITOLO 4 109

4. Moto dei fluidi con proprieta' fisiche variabili 109

4.1 Atmosfera terrestre **110**
4.1.1 Temperatura dell'atmosfera terrestre 110
4.1.2 Temperatura dell'atmosfera di Titano 112
4.1.3 Pressione e temperatura dell'aria nell'atmosfera terrestre 113

4.2 Metanodotto **120**
4.2.1 Moto incomprimibile 120
4.2.2 Moto comprimibile 121

4.3 Moto con elevate differenze di temperatura **127**
4.3.1 Camino con trasformazione isoterma del fluido 127
4.3.2 Camino con scambio di calore 130

CAPITOLO 5 **133**

5. Moto comprimibile e con elevate differenze di pressione **133**

5.1 Introduzione **134**

5.2 Propagazione delle onde di pressione **134**
5.2.1 Trattazione delle piccole onde. 134
5.2.2 Trattazione di L. Prandtl 137

5.3 Ristagno **140**
5.3.1 Misura di temperatura di un fluido in moto 142
5.3.2 Condizioni soniche 143

5.4 Moti comprimibili in condotti a sezione costante. **145**
5.4.1 Moto di Rayleigh. 145
5.4.2 Moto di Fanno. 159
5.4.3 Moto isotermo. 169

5.5 Moto in condotti a sezione variabile con continuità. **176**
5.5.1 Sezione di un tubo di efflusso 178
5.5.2 Velocità e portata in un tubo di efflusso 180
5.5.3 Moto in un condotto con solo convergente e gola 182
5.5.4 Moto in un condotto con convergente e divergente. 185

5.6 Moto con compressione **190**
5.6.1 Compressione dinamica per urto 190
5.6.2 Moto con urto in un tubo di efflusso, convergente-gola-divergente 193
5.6.3 Moto con urto nel divergente. Regimi II e III. 194