

Indice

Prefazione	XVII
Premessa alla seconda edizione	XXI
Ringraziamenti	XXIII
Capitolo 1 – Principi generali	1
1.1 Principio di Pascal, pressione statica	1
1.2 Leva meccanica e leva idraulica	2
1.3 Due modi di usare la leva idraulica	4
1.4 Lavoro, trasmissione idraulica dell'energia	6
1.5 Pressione idrostatica	6
1.6 Principi di continuità, portata, velocità media	8
1.7 Pressione dinamica	9
1.8 Principio di Bernoulli per il liquido ideale	9
1.9 Principio di Bernoulli per il liquido reale	10
1.10 Perdite di carico distribuite	11
1.11 Perdite di carico localizzate	14
1.12 Depressione in aspirazione, limiti della velocità di flusso	16
1.13 Perdite di portata	18
1.14 Unità di misura della pressione	20
Capitolo 2 – Storia dell'oleodinamica e applicazioni	21
2.1 Storia dell'oleodinamica	21
2.2 Motivi del successo dell'oleodinamica	24
2.3 Limiti d'impiego	25
2.4 Applicazioni	25
2.4.1 Macchine mobili	25
2.4.2 Macchine utensili a deformazione e ad asportazione di materiale	29
2.4.3 Macchine di iniezione della plastica	32

2.4.4 Siderurgia e metallurgia	32
2.4.5 L'oleodinamica a bordo delle navi	34
2.4.6 Grandi dighe e produzione di energia elettrica	35
2.4.7 L'ascensore idraulico nel pilone occidentale della torre Eiffel	37
2.4.8 Il tunnel del San Gottardo	38
2.4.9 L'oleodinamica nel canale di Panama	40
2.4.10 L'impianto di prove sismiche a Messina	41
Capitolo 3 – Simbologia e norme	45
3.1 Scopo della simbologia	45
3.2 Regole generali della simbologia oleodinamica	46
3.3 Regole particolari della simbologia oleodinamica	47
3.4 Regole per il disegno di uno schema oleodinamico	49
3.5 Simboli grafici	52
3.6 Norme UNI	62
Capitolo 4 – Liquidi idraulici	71
4.1 Definizione	71
4.2 Evoluzione	72
4.3 Classificazione	73
4.4 Olio minerale	74
4.5 Parametri degli oli minerali	74
4.5.1 Viscosità	74
4.5.2 Diagramma viscosità-temperatura	76
4.5.3 Armonizzazione tra componenti e viscosità dell'olio	77
4.5.4 Comprimibilità	77
4.5.5 Potere lubrificante e antiusura	78
4.5.6 Resistenza alla pressione	78
4.5.7 Resistenza al taglio	79
4.5.8 Punto di congelamento, punto di fiamma	79
4.5.9 Solubilità dell'aria in olio	79
4.5.10 Potere antischiuma	79
4.5.11 Compatibilità con i materiali	80
4.5.12 Resistenza all'invecchiamento	80
4.5.13 Capacità di demulsione	80
4.5.14 Dilatazione termica a pressione costante	81
4.5.15 Compressione termica a volume costante	81
4.5.16 Velocità di propagazione della pressione	81
4.6 Liquidi resistenti alla fiamma	82
4.6.1 Liquidi a base acquosa	82
4.6.2 Liquidi sintetici senza acqua	84
4.7 Liquidi ecologici	85
4.8 Esempio di specifica sulla viscosità	85
4.9 Norme inadeguate per definire le qualità degli oli	87

4.10 Effetti negativi dell'aria libera nell'olio	87
4.11 Acqua nell'olio	88
Capitolo 5 – Pompe	91
5.1 Definizione e funzione.	91
5.2 Azionamento, accoppiamento e montaggio, attacchi	92
5.3 Cilindrata geometrica	94
5.4 Formule di calcolo.	95
5.5 Bilancio della potenza	96
5.6 Pulsazione di portata	98
5.7 Scelta della pompa, parametri fondamentali	99
5.7.1 Regime di rotazione	99
5.7.2 Pressione continua e di punta	100
5.7.3 Cilindrata	100
5.8 Scelta della pompa, parametri di contorno	100
5.9 Scelta finale della pompa.	101
5.10 Tipologie costruttive e prestazioni	101
5.10.1 Pompa a ingranaggi	102
5.10.2 Pompa a viti	108
5.10.3 Pompa a palette.	108
5.10.4 Pompe a pistoni in linea	110
5.10.5 Pompe a pistoni assiali	111
5.10.6 Pompe a pistoni radiali.	114
5.11 Variazione della cilindrata.	115
5.11.1 Principio e scopi	115
5.11.2 Dispositivi di variazione della cilindrata	116
Capitolo 6 – Motori idraulici	123
6.1 Definizione e funzione.	123
6.2 Accoppiamento, montaggio, attacchi idraulici	124
6.3 Cilindrata geometrica	125
6.4 Formule di calcolo.	125
6.5 Bilancio della potenza	127
6.6 Scelta del motore.	129
6.7 Tipologie costruttive, prestazioni	130
6.7.1 Motori a ingranaggi	131
6.7.2 Motori a pistoni assiali	132
6.7.3 Semimotori (torque-motors).	133
6.7.4 Motori a pistoni radiali monocorsa.	133
6.7.5 Motori a pistoni radiali multicorsa.	134
6.7.6 Motori orbitali	135
6.7.7 Motori a pistoni assiali multicorsa	136
6.8 Variazione della cilindrata e del regime	136

Capitolo 7 – Cilindri	139
7.1 Definizione e funzione	139
7.2 Struttura	140
7.3 Esecuzioni	140
7.4 Principi costruttivi	142
7.5 Varianti	143
7.6 Fissaggi	145
7.7 Calcoli meccanici e funzionali	147
7.7.1 Spessore del tubo	147
7.7.2 Spessore del fondello saldato	147
7.7.3 Verifica a pressoflessione	148
7.7.4 Calcoli funzionali	152
7.7.5 Calcolo del sistema frenatura	154
7.8 Guarnizioni	155
7.8.1 Funzioni	155
7.8.2 Tipologie	156
7.8.3 Tenute rotanti	159
 Capitolo 8 – Valvole	 161
8.1 Valvole di controllo pressione	161
8.1.1 Valvole limitatrici di pressione	161
8.1.2 Valvole riduttrici di pressione	165
8.1.3 Valvola di strozzamento	165
8.1.4 Valvola di sequenza	166
8.2 Valvole di controllo portata (regolatori di flusso)	169
8.2.1 Regolatore di flusso a due vie	171
8.2.2 Regolatore di flusso a tre vie	171
8.2.3 Divisore di flusso	172
8.3 Valvole di bloccaggio	172
8.3.1 Valvola di ritegno semplice	172
8.3.2 Valvola di ritegno sbloccabile	173
8.3.3 Valvola di preriempimento	174
 Capitolo 9 – Distributori	 175
9.1 Definizione e funzione	175
9.2 Tipologie	178
9.2.1 Distributori a cursore a comando diretto	178
9.2.2 Distributori a cursore a comando pilotato	185
9.2.3 Distributori a sede	187
9.3 Parametri di scelta	189
9.3.1 Pressione, portata, perdita di carico	189
9.3.2 Trafilamenti (tenuta)	189
9.3.3 Limite statico di prestazione	189
9.3.4 Limite dinamico di prestazione	190
9.3.5 Portate e pressioni limite	190

9.4	Attacchi e assemblaggi	191
9.4.1	Attacchi filettati	191
9.4.2	Attacchi a piastra	192
9.4.3	Piastre singole	192
9.4.4	Piastre in linea e concatenamenti verticali	193
Capitolo 10 – Tecniche a cartuccia		197
10.1	Classificazione	197
10.2	Valvole avvitabili	198
10.2.1	Definizione	198
10.2.2	Montaggio in blocchi	200
10.2.3	Vantaggi	201
10.2.4	Grado di filtrazione raccomandato	201
10.2.5	Funzioni e schemi	202
10.2.6	Struttura	202
10.3	Valvole logiche	204
10.3.1	Struttura e funzionamento	204
10.3.2	Simboli grafici	205
10.3.3	Confronto con i componenti tradizionali	205
10.3.4	Esempi di funzioni	207
10.4	Impiego combinato di valvole avvitabili e logiche	212
Capitolo 11 – Meccatronica		213
11.1	Generalità	213
11.2	Tecnica proporzionale e principi	214
11.2.1	Magneti proporzionali	217
11.2.2	Elettronica analogica	219
11.2.3	Simboli	221
11.2.4	Portata nominale	222
11.2.5	Esempi di valvole proporzionali e di regolazione	223
11.2.6	Servovalvole	227
11.2.7	Programmazione e parametrizzazione	232
11.3	Elettronica digitale e principi	233
11.3.1	Collegamenti con il sistema bus	235
11.3.2	Microcomputer e software	237
11.3.3	Sensoristica	238
11.3.4	Avviamento di un prototipo	239
11.3.5	L'elettronica digitale nelle applicazioni stazionarie	240
11.3.6	Azionamento della pompa a regime variabile, sistema di regolazione ibrida	243
Capitolo 12 – Accumulatori		245
12.1	Origine e funzione di base	245
12.2	Tipologie storiche	246

12.3	Nuove tipologie	247
12.3.1	Accumulatore con separatore a pistone	248
12.3.2	Accumulatore con separatore elastico a sacca	248
12.3.3	Accumulatore con separatore elastico a membrana	249
12.3.4	Gamme di volumi e di pressioni disponibili	250
12.3.5	Materiali del separatore elastico	251
12.4	Montaggio e fissaggio	252
12.5	Blocco di sicurezza	253
12.6	Normative	253
12.6.1	Norma italiana	254
12.6.2	Norma europea	255
12.6.3	Norme extra europee	255
12.7	Applicazioni	256
12.8	Riserva di energia	257
12.8.1	Ciclogramma	257
12.8.2	Calcolo dell'accumulatore come riserva di energia	259
12.9	Compensazione delle pulsazioni	264
12.10	Assorbimento del colpo d'ariete	264
12.11	Riserva di pressione	264
12.12	Esempi di impiego	265
12.12.1	Macchine per iniezione materie plastiche	265
12.12.2	Siderurgia	265
12.12.3	Molini per carbone	266
12.12.4	Pompe a pistoni per petrolio	266
12.12.5	Sospensione idropneumatica dei mezzi di trasporto	266
12.12.6	Sospensione della cabina	267
12.12.7	Accumulatore a pistone	268
12.12.8	Controllo della carica di azoto all'interno della sacca	269
Capitolo 13–Filtrazione		271
13.1	Premesse	271
13.2	Scopo	272
13.3	Contaminazione	275
13.3.1	Origini	275
13.3.2	Conseguenze	276
13.3.3	Metodi di misura	276
13.3.4	Metodi di classificazione	277
13.4	Capacità di separazione	279
13.5	Grado di filtrazione	280
13.6	Sistemi di filtrazione	282
13.7	Materiali filtranti e tipi di filtri	282
13.7.1	Filtri di superficie	282
13.7.2	Filtri di profondità	283
13.7.3	Magneti	283

13.8	Struttura delle cartucce	283
13.8.1	Generalità	283
13.8.2	Cartucce di superficie	284
13.8.3	Cartucce di profondità	284
13.9	Dimensionamento	284
13.9.1	Portata e pressione	284
13.9.2	Perdita di carico	285
13.9.3	Grado di filtrazione	285
13.10	Tabella sinottica	285
13.11	Sistemi di filtraggio evoluti per combattere l'aria libera e l'acqua nell'olio	285
13.12	Miglioramenti degli elementi filtranti	289
13.13	Filtro anti-splash	290
13.14	Filtro d'aria combinato	291
Capitolo 14 – Accessori		293
14.1	Indicatori e misuratori	293
14.1.1	Pressione	294
14.1.2	Temperatura	300
14.1.3	Portata	301
14.1.4	Livello	302
14.2	Tubi, raccordi, flange	302
14.2.1	Generalità	302
14.2.2	Dettagli sui tubi	304
14.2.3	Sistema tubiero	305
14.2.4	Raccordi per tubi svasati	306
14.2.5	Raccordi ad anello mordente	307
14.2.6	Innesti rapidi	310
Capitolo 15 – Calore e rumore		313
15.1	Calore	313
15.1.1	Cause ed effetti	313
15.1.2	Calcolo della potenza termica dissipata	314
15.1.3	Esempi	315
15.1.4	Profilo della temperatura	317
15.1.5	Controllo della temperatura	319
15.2	Rumore	324
15.2.1	Cause ed effetti	324
15.2.2	Principi di acustica	324
15.2.3	Norme	328
15.2.4	Rumore in oleodinamica	330
15.2.5	Rumore di pompe reali	332
15.2.6	Controllo del rumore	333
15.2.7	Soluzioni singolari	335
15.2.8	Accessori anti-rumore	337

Capitolo 16 – Trasmissione completa	341
16.1 Generalità	341
16.2 Componenti base della trasmissione	342
16.3 Struttura reale della trasmissione	345
16.4 Esempi di circuiti	345
Capitolo 17 – Impiantistica	351
17.1 Generalità	351
17.2 Schema del progetto	352
17.2.1 Raccolta dei dati	352
17.2.2 Calcoli di progetto	352
17.2.3 Scelta dei componenti	352
17.2.4 Calcoli di verifica, bilanci, confronto tra diverse soluzioni	352
17.2.5 Stesura della documentazione tecnica e certificazione	353
17.2.6 Costruzione, assemblaggio, collaudo, avviamento	353
17.3 Procedure	353
17.4 Costruzione	355
17.4.1 Motopompe, centraline e centrali	356
17.4.2 Blocchi di comando e banchi di distribuzione	358
17.4.3 Banchi di accumulazione, sistemi tubieri	359
17.4.4 Serbatoi	361
17.4.5 Pannelli e banchi valvolari	362
17.4.6 Gruppi di filtrazione e di condizionamento	362
17.5 Montaggio	363
17.5.1 Preparazione al montaggio	363
17.5.2 Esecuzione del montaggio e del flussaggio	364
17.6 Messa in servizio	364
17.7 Ispezione e manutenzione	365
17.7.1 Ispezione	365
17.7.2 Manutenzione occasionale	367
17.7.3 Manutenzione programmata	367
17.7.4 Metodologia della manutenzione	368
17.8 Guasti	370
17.8.1 Rilevamento	370
17.8.2 Ricerca	370
17.8.3 Tipologie	371
17.9 Riparazione	373
17.10 Rimessa in servizio	375
17.10.1 Verifiche preliminari	375
17.10.2 Riavviamento e collaudo	377
Capitolo 18 – Circuiti base	379
18.1 Generalità	379
18.2 Circuiti in parallelo, in serie, misti	386
18.3 Circuiti per sequenze di movimenti	395

18.3.1 Soluzione oleodinamica pura	396
18.3.2 Soluzione mista	397
18.3.3 Confronto	397
18.3.4 Esempi di circuiti per sequenze	397
18.4 Circuiti a tenuta	400
18.4.1 Circuiti con valvole di ritegno semplici	401
18.4.2 Circuiti con valvole sbloccabili	403
18.5 Circuiti a pressioni differenziate	409
18.6 Circuiti con accumulatori	417
18.7 Circuiti per il sincronismo	421
18.8 Circuiti con motori idraulici	426
18.8.1 Circuiti chiusi	426
18.8.2 Rapporto di conversione di una trasmissione	431
18.8.3 Regolazione a velocità costante	433
18.8.4 Azionamento di ventole	435
18.8.5 Alimentazione di più motori	438
Capitolo 19– Circuiti load sensing	441
19.1 Generalità	441
19.2 Principio di funzionamento	442
19.3 Alimentazione di utenze in parallelo	444
19.4 Componenti load sensing	445
19.5 Campi di applicazione	449
19.6 Esempio di circuito	449
Capitolo 20 – Circuiti per applicazioni mobili	453
20.1 Generalità	453
20.2 Confronto tra trasmissioni oleodinamica, idrodinamica e meccanica	454
20.3 Tipologie di macchine mobili	457
20.4 Trasmissione di trazione	458
20.5 Trasmissioni oleodinamiche a circuito chiuso con unità a pistoni assiali a piastra inclinata e ad asse inclinato	462
20.6 Funzioni idrauliche nei motori a combustione interna	463
20.7 Trasmissione continua meccanica-oleodinamica	464
20.8 Sistemi di frenatura	465
20.8.1 Sistemi di frenatura asserviti	465
20.8.2 Sistemi di antibloccaggio ABS	468
20.9 Servoguide	469
20.9.1 Servoguida con collegamento meccanico	469
20.9.2 Servoguida senza collegamento meccanico	470
20.9.3 Soluzioni alternative per le servoguide con risparmio energetico	472
20.9.4 Servoguida per cingolati agricoli pesanti e per carri armati	473
20.10 Esempi di macchine mobili	474

20.10.1 Carrello elevatore	474
20.10.2 Escavatore	477
20.10.3 Pala gommata	481
20.10.4 Modulo di stabilizzazione per pale.	483
20.10.5 Moduli di sicurezza per cilindri e motori in presenza di carichi negativi	484
20.10.6 Risparmio di energia: il joystick agisce sia sulla trasmissione sia sul diesel	486
20.10.7 L'oleodinamica del trattore agricolo	487
20.10.8 La propulsione ibrida a bordo del veicolo per la raccolta dei rifiuti	491
20.10.9 Autobetoniera	492
20.11 Circuiti con valvole a cartuccia	494
Capitolo 21 – Circuiti per applicazioni stazionarie	499
21.1 Generalità	499
21.2 Soluzioni modulari	500
21.3 Moduli per presse	501
21.4 Esempi di circuiti	505
21.4.1 Presse agenti verso il basso	505
21.4.2 Presse per estrusione di metalli, fucinatura, imbutitura, sinterizzazione	508
21.4.3 Presse verticali agenti verso l'alto	509
21.4.4 Stozzatrici e brocciatrici	510
21.4.5 Piegatrici in aria	511
21.4.6 Centrifughe	512
21.4.7 Macchine per iniezione di materie plastiche	514
21.4.8 Soluzioni ibride per le macchine a iniezione	516
21.4.9 Impianto di prova per sollecitazioni dinamiche su motori a combustione interna	517
21.4.10 Impianto di prova per trasmissioni meccaniche	519
21.4.11 Ascensore oleodinamico	520
21.4.12 Maggiore efficienza grazie al recupero dell'energia frenante	521
21.4.13 Recupero dell'energia nelle unità di movimentazione dei container	522
Capitolo 22 – Sicurezza funzionale e resistenza a fatica	525
22.1 Generalità	525
22.2 Direttiva Macchine	526
22.3 Leggi e regolamenti nazionali	527
22.4 Requisiti e campi di applicazione della Direttiva Macchine	527
22.5 Dichiarazione di conformità	528
22.6 Che cosa significa la marcatura CE?	528
22.7 Le principali direttive UE di prodotto usate in oleodinamica	529
22.8 Sicurezza funzionale dei sistemi mecatronici	529

22.9 Valutazione e riduzione dei rischi	529
22.10 Definizioni: rischio e pericolo non sono la stessa cosa	530
22.11 Valutazione e riduzione dei rischi in fase di progettazione	530
22.12 Performance Level	531
22.13 Affidabilità (MTTFd)	532
22.14 Diagnostica e ridondanza sono metodi per aumentare la sicurezza funzionale	533
22.15 Sicurezza del software	533
22.16 Sicurezza funzionale delle macchine movimento terra e dell'idraulica installata	533
22.17 Resistenza a fatica dei componenti oleodinamici	534
22.17.1 Calcolo con tabelle Excel delle sollecitazioni composte in una e determinazione di una previsione di durata	539
Bibliografia	541
Indice analitico	543