

INDICE

<i>PREFAZIONE</i>	<i>I</i>
<i>PREMESSA</i>	<i>III</i>
<i>INTRODUZIONE</i>	1
Cenni storici	2
CAMPI D'IMPIEGO DELL'OLEOIDRAULICA	3
NORMATIVE	4
Colori delle figure	5
CIRCUITO OLEOIDRAULICO DI BASE	6
Capitolo 1 - <i>PRINCIPI DELL'IDRAULICA</i>	7
UNITÀ DI MISURA	7
Massa volumica	10
Velocità	10
Accelerazione	10
Accelerazione di gravità	10
Forza	11
Coppia o Momento torcente	11
Lavoro ed Energia	11
Potenza	11
Frequenza	12
Frequenza rotante	12
Calore	12
Pressione	12
Sistema anglosassone	13
NOZIONI DI IDROSTATICA	14

La pressione	14
Principio di Pascal	20
Torchio idraulico	22
Compressione di gas perfetti	26
NOZIONI DI IDRODINAMICA	27
La portata	28
Forme d'energia in un fluido	29
Principio di Bernoulli	30
Il principio di Bernoulli in oleoidraulica	31
Principio di Torricelli	34
Flusso laminare e turbolento	35
Resistenze interne	37
Perdite di carico distribuite	37
Perdite di carico localizzate	38
Colpo d'ariete	39
Capitolo 2 - FLUIDI IDRAULICI	41
PROPRIETA' DEI FLUIDI IDRAULICI	42
Viscosità	42
Indice di viscosità	46
Normalizzazione del grado di viscosità	47
Influenza della viscosità nei sistemi oleoidraulici	49
Compressibilità	49
Inclusione d'aria e vapori	51
Tensione di vapore	52
Densità	52
Potere lubrificante	53
Dilatazione	54
Potere antischiuma	54
Demulsività	55
Durata attiva del fluido	55
Pour point e Cloud point	55
Ossidazione e formazione di ruggine	55
Resistenza al fuoco	56
CLASSIFICAZIONE DEI FLUIDI IDRAULICI	56
Olio minerale	57
Acqua	59
Miscele con acqua	59
Fluidi sintetici	60
Olio biodegradabile a base vegetale	61

Fluido biodegradabile a base sintetica	61
Conclusioni	61
Capitolo 3 – POMPE OLEOIDRAULICHE – GENERALITÀ	63
CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE	63
Motore primo	65
Servizio intermittente	66
Pompe non volumetriche	66
POMPE VOLUMETRICHE - CONCETTI E FORMULE	68
Nozioni essenziali	69
Principio di funzionamento delle pompe volumetriche	74
Aspirazione	76
Viscosità compatibile	79
Cavitazione	80
Mandata	82
Cilindrata	83
Rendimento	84
Potenza	85
Sistema USA	86
Pressione e portata massima	87
Priempimento	87
ASSEMBLAGGI	87
Pompe coassiali o multistadio	87
Giunti	89
Lanterne	91
Attenuazione delle vibrazioni	93
Capitolo 4 – POMPE OLEOIDRAULICHE – TIPOLOGIE COSTRUTTIVE	95
POMPE A CILINDRATA FISSA	95
Pompe manuali a leva	95
Pompe ad ingranaggi esterni	99
Pompe Gerotor	108
Pompe ad ingranaggi interni	110
Pompe a lobi	112
Pompe a viti	113
POMPE A CILINDRATA FISSA O VARIABILE	115
Pompe a palette – Cilindrata fissa	115

Pompe a palette – Cilindrata variabile	124
Pompe a pistoni – Considerazioni preliminari	129
Pompe a pistoni radiali – Cilindrata fissa	131
Pompe a pistoni radiali – Cilindrata variabile	135
Pompe a pistoni assiali - Cilindrata fissa	135
Pompe a pistoni assiali - Cilindrata variabile	142
Schemi per la regolazione della cilindrata	146
Motopompa integrata	148
Capitolo 5 – <i>POMPE OLEOIDRAULICHE – REGOLAZIONI E APPROFONDIMENTI</i>	151
REGOLAZIONE DELLA CILINDRATA	152
Regolatore a potenza costante	153
Regolatore ad annullamento di portata	155
Altri regolatori legati alla gestione del flusso	156
Regolatore di pressione	156
Regolatore di pressione con sensibilità al carico (Load Sensing)	159
Regolatore a somma di potenze	161
Regolazioni proporzionali elettroidrauliche	164
APPROFONDIMENTI	166
Quale tipo di pompa?	166
Considerazioni sulle pompe a cilindrata fissa	168
Doppia pompa a cilindrata fissa per alta e bassa portata	172
Tre o più pompe coassiali a cilindrata fissa	174
Circuito a più pressioni	175
Considerazioni sulla regolazione delle pompe a cilindrata variabile	176
Puntualizzazioni sui compensatori di pressione	177
Abbinamento di regolatori	179
Fattori legati alla durata delle pompe	180
Capitolo 6 – <i>ATTUATORI LINEARI E ROTANTI</i>	183
PRINCIPI	183
Principio di funzionamento	184
Dimensionamento	186
CILINDRI A SEMPLICE EFFETTO	189
Cilindro tuffante	189
Cilindri in spinta o trazione	191
Cilindri con ritorno a molla	192
Cilindro telescopico	193

CILINDRI A DOPPIO EFFETTO	195
Cilindro differenziale	195
Cilindro ad asta passante	197
Cilindro in tandem	199
Attuatori lineari a più posizioni	200
PARTI COSTITUTIVE DEL CILINDRO	201
Materiali ed assemblaggio	202
Cartuccia guidastelo	203
Valvola di spurgo dell'aria	204
Ammortizzamento di fine corsa	206
Pistone	208
ELEMENTI COMPLEMENTARI	209
Boccola di limitazione della corsa in avanzamento	209
Valvola di limitazione della corsa di ritorno	210
Valvola di ritegno a cartuccia	211
Fissaggio dei cilindri	212
Collegamenti idraulici	213
SCELTA DELLO STELO	214
Carico di punta	215
Dimensionamento dello stelo	215
RILEVAMENTO DELLA POSIZIONE	217
Finecorsa elettromeccanici	218
Sensori magnetici Reed	219
Sensori di prossimità	220
Rilevamento effettivo o virtuale	221
Servocilindri	221
NORMALIZZAZIONE ISO DEI CILINDRI	223
La norma 6020	223
La norma 6022	224
ATTUATORI SPECIALI	225
Moltiplicatore di pressione	225
Deceleratori	227
Organi di presa	228
ATTUATORI ROTANTI	228
Paletta semplice	228

Paletta doppia	229
Cilindro a cremagliera	230
Stelo elicoidale	230
Capitolo 7 – MOTORI OLEOIDRAULICI	233
FONDAMENTI	233
Principio di funzionamento	233
Dimensionamento	234
Caratteristiche generali	235
MOTORI VELOCI	236
Motori ad ingranaggi esterni	236
Motori Gerotor	238
Motori a palette	239
Motori a pistoni assiali con piastra inclinata	240
Motori a pistoni assiali con blocco cilindri inclinato	242
Motori a pistoni assiali con cilindrata variabile	242
MOTORI ORBITALI	244
Funzionamento	244
Roller	246
Caratteristiche	247
Forme ed applicazioni	248
MOTORI LENTI	249
Motore a pistoni radiali con scatola a camme	249
Motori a pistoni radiali con blocco cilindri fisso	251
Motori a pistoni radiali a colonna di fluido	253
Motori a pistoni radiali con doppia cilindrata	255
ABBINAMENTI POMPA – MOTORE	257
Capitolo 8 – VALVOLE DIREZIONALI	259
DEFINIZIONE DELLE VALVOLE DIREZIONALI	259
Elemento mobile	260
Numero delle vie	260
Posizioni	261
Sistema di comando	261
Sistema di ripristino	261
Grandezza	261
DISTRIBUZIONE	262

Distributore rotante	262
Distributore a sede	263
Distributore a cassetto	264
VIE E POSIZIONI DELLE VALVOLE	267
Indicazioni relative alla stesura del disegno	268
Valvola direzionale 2/2	268
Valvole direzionali a tre vie	269
Valvole direzionali a quattro vie	269
Valvole con un maggior numero di vie o posizioni	270
Posizione centrale	270
Posizioni transitorie	271
Condizioni di copertura	273
COMANDO DELLE VALVOLE	274
Azionamento manuale	275
Azionamento meccanico	277
Azionamento pneumatico	278
Azionamento idraulico	279
ELETTROVALVOLE	280
Il solenoide on/off	280
Elettrovalvole ad azionamento diretto	283
Elettrovalvole a doppio stadio (azionamento indiretto)	286
Servopilotaggio delle valvole con centro in by-pass	289
Tensioni standard e corrente assorbita	291
Classe d'isolamento	291
Inserzione	291
Servizio continuo	292
Grado di protezione IP	292
Costruzioni speciali	293
FATTORI DISTINTIVI	293
Caratteristiche di pressione e portata	294
Perdite di carico	295
Taglie	296
Piano di posa	296
Anomalie	297
Valvole modulari	297
Capitolo 9 – VALVOLE DIREZIONALI COMPLEMENTARI, REMOTE CONTROL	301

VALVOLE DI NON RITORNO	301
Valvola unidirezionale a sfera o ad otturatore	301
Valvola di non ritorno a sfera o ad otturatore	303
Valvola di non ritorno angolare	303
Valvola di non ritorno a flusso ridotto	304
Valvola di non ritorno con pilotaggio idraulico sull'uscita	304
Valvola di non ritorno con pilotaggio idraulico a decompressione	306
Valvola di non ritorno con pilotaggio idraulico sull'ingresso	307
Valvola di non ritorno a pilota incrociato	308
Dispositivo idraulico per l'arresto d'emergenza di un attuatore	309
Valvole di non ritorno elettropilotate	310
ALTRE VALVOLE	311
Valvola selettiva a T	311
Valvola di decelerazione	311
Decelerazione di un attuatore	312
Valvola di riempimento	315
REMOTE CONTROL	319
Remote control meccanico	320
Remote control elettrico	321
Remote control pneumatico	323
Remote control idraulico	324
Radiocomando	328
Capitolo 10 – VALVOLE DI CONTROLLO E REGOLAZIONE DELLA PRESSIONE	329
VALVOLE LIMITATRICI DI PRESSIONE	329
Valvola limitatrice ad azione diretta	331
Valvola limitatrice di pressione a spola (ad azione diretta)	333
Valvola limitatrice di pressione pilotata	334
Attacco Vent	336
Remote control	337
Selezione della pressione	338
Valvola limitatrice in scarico per accumulatore	339
RIDUTTORI DI PRESSIONE	341
Valvola riduttrice di pressione ad azione diretta	343
Valvola riduttrice di pressione pilotata	344
VALVOLE PER IL CONTROLLO DELLA PRESSIONE	346
Valvola di sequenza	348

Valvola di scarico in contropressione	351
Valvola di scarico per doppia pompa bassa/alta pressione	352
Valvola di frenatura per motori idraulici	353
VALVOLE DI BILANCIAMENTO (OVERCENTER)	354
Valvola di bilanciamento generica	355
Valvole di bilanciamento per motori	357
Capitolo 11 – VALVOLE REGOLATRICI DI PORTATA	359
VALVOLE DI STROZZAMENTO	359
Strozzatori fissi	361
Valvole di strozzamento regolabili e bidirezionali	361
Valvole di strozzamento unidirezionali	362
REGOLAZIONE DELLA VELOCITÀ TRAMITE STROZZATORI	364
Meter-In	364
Meter-Out	366
Tecnica in derivazione	368
REGOLATORI DI FLUSSO COMPENSATI	370
Regolatore di flusso a due vie con compensazione barica	371
Regolatore di flusso unidir. (a due vie) con compensazione barica e termica	373
Regolatore di flusso compensato a tre vie	374
Elettrocontrollo dei regolatori di flusso	376
SINCRONIZZAZIONE DI DUE O PIÙ ATTUATORI	377
Semplici circuiti di sincronismo	378
Separazione del flusso	379
Divisori di flusso a spola	381
Divisori di flusso ad ingranaggi	382
Valvole di rifasamento per divisori di flusso	384
Capitolo 12 – VALVOLE A CARTUCCIA	385
MANIFOLD	385
Assemblaggio	385
Struttura del monoblocco	388
Aspetti funzionali	389
Cavità d’inserimento	390
VALVOLE A CARTUCCIA AVVITATE	391
Cavità	392

Esecuzione delle cavità	393
Valvole direzionali ausiliarie a tenuta	394
Valvole direzionali a spola con pilotaggio idraulico	397
Valvola di scambio per circuiti chiusi	398
Elettrovalvole a tenuta	400
Elettrovalvole a cassetto	404
Valvole limitatrici e di controllo della pressione	409
Valvole di bilanciamento (overcenter)	414
Valvole di bilanciamento a doppio effetto	415
Riduttori di pressione	418
Controllo della portata	420
Altre cartucce avvitate	423
VALVOLE A CARTUCCIA CON FLANGIA	424
Taglie	425
Cavità e flange	425
Cartuccia	426
Controllo direzionale	428
Controllo della pressione	431
Controllo della portata	432
Capitolo 13 – LA CONTAMINAZIONE DEL FLUIDO	435
CONTAMINAZIONE ED EFFETTI	436
Fonti di contaminazione	436
Genesi e natura del contaminante	437
Effetti sul sistema	438
Definizione dimensionale delle particelle	439
Tolleranza critica	440
Avarie tipiche	442
METODOLOGIE ANALITICHE	444
Le norme internazionali per l'analisi del fluido	444
Polveri di prova	445
Codificazione del livello di contaminazione	447
Il conteggio particellare	449
Sensori ottici a diodo laser	450
TECNICA DELLA FILTRAZIONE	452
Multi – pass test	453
Caratteristiche essenziali dei filtri	454
Criteri di scelta	455
L'elemento filtrante	457

Valvola by-pass	460
Indicatore d'intasamento	461
Separazione magnetica	462
Duplex	463
Spin-on	464
Filtri autopulenti	465
Rimozione dell'acqua	465
COLLOCAZIONE DEI FILTRI	466
Filtri in aspirazione	467
Filtri in mandata	469
Filtri in scarico	470
Tappi filtranti per riempimento del serbatoio	472
Sfiati dell'aria	473
Filtrazione off-line	473
Capitolo 14 – ACCUMULATORI	477
ACCUMULATORI D'OCCASIONALE IMPIEGO	479
Accumulatori a peso	479
Accumulatori a molla	480
Accumulatori idropneumatici senza separatore gas – fluido	481
ACCUMULATORI IDROPNEUMATICI CON SEPARATORE	481
Perché l'azoto?	481
Accumulatori a pistone	482
Accumulatori a sacca	485
Valvola antiestrusione	487
Batterie di accumulatori	488
Accumulatori a membrana	490
IMPIEGHI	491
Accumulo d'energia	492
Smorzamento di pulsazioni	494
Assorbimento dei colpi d'ariete	495
Funzione molla	495
Sospensioni per mezzi in movimento	496
Interventi d'emergenza	498
Funzione transfert	498
Batterie d'accumulatori e bombole gas addizionali	500
DIMENSIONAMENTI	501
Pressioni	501

Correlazioni fisiche	502
Trasformazione isotermica	503
Trasformazione adiabatica	504
Trasformazione mista	504
Escursioni termiche	504
Coefficiente di correzione per alte pressioni	505
Tavole di scelta rapida	506
ACCESSORI, INSTALLAZIONE, MANUTENZIONE	510
Diaframma antipulsazioni	510
Valvola di sovrappressione del gas	510
Manifold di sicurezza lato fluido idraulico	511
Collari e mensole	512
Apparecchio di precarica e controllo	513
Sostituzione della sacca	514
Capitolo 15 – <i>STRUMENTI DI MISURA, TRASDUTTORI E PRESSOSTATI</i>	517
MANOMETRI	519
Manometri a pistone	519
Manometri a molla Bourdon	520
Manometri a membrana	522
Manometri digitali	523
Manometri equipaggiati di contatti elettrici	524
Accessori ed accorgimenti	524
MISURATORI DI FLUSSO	528
Indicatori di flusso	528
Flussimetri a galleggiante	529
Misuratori con anello magnetico	530
Contatori volumetrici a ruote ovali	531
Misuratori a turbina	532
Flussostati	533
LIVELLO DEL FLUIDO	534
Indicatori ottici di minimo e massimo livello	534
Indicatori ottici di livello	535
Interruttori di livello a galleggiante laterale	537
Livellostati a galleggiante verticale	538
Sensori di livello	539
MISURA E CONTROLLO DELLA TEMPERATURA	539

Termometri	540
Termostati	541
PRESSOSTATI E TRASDUTTORI DI PRESSIONE	543
Pressostati ad una soglia	543
Pressostati a due o più soglie	545
Soluzioni costruttive	545
Trasduttori di pressione	547
Capitolo 16 – CENTRALINE, SCAMBIATORI DI CALORE, RUMOROSITÀ, OSCILLAZIONI	549
CENTRALINE OLEOIDRAULICHE DI GENERAZIONE	549
Centraline d'ordinaria costruzione	551
L'eccezione dei mezzi mobili	553
Minicentraline	553
SERBATOI	555
Costruzione standard	555
Disaerazione forzata	556
Precisazioni sulle tubazioni	556
Accessori	557
Capacità	559
Depurazione degli inquinanti	560
Pressurizzazione	560
La posizione del serbatoio nei mezzi semoventi	561
Preriscaldamento elettrico	562
SCAMBIATORI DI CALORE	563
Calore indotto dalle perdite di carico	563
Generalità sugli scambiatori di calore	564
Tipologie ed impieghi specifici	565
Dimensionamento	566
Scambiatori acqua – olio a fascio tubiero	568
Scambiatori acqua – olio a piastre	572
Scambiatori aria – olio	573
Scambiatori di calore extrapianto	577
Installazione e manutenzione	578
IL RUMORE	579
Definizioni e calcoli	579
Il rumore nei sistemi oleoidraulici	581
Centraline	582

Valvole	586
OSCILLAZIONI IDRAULICHE	588
Capitolo 17 – GENERALITÀ SUI CIRCUITI APERTI E CHIUSI, RIGENERAZIONE, LOAD SENSING, DIRETTIVE CE	593
CIRCUITI APERTI	593
Attuatori in serie e parallelo	593
Altre automazioni d'attuatori	596
Metodo di stesura degli schemi	597
Motori in circuito aperto	602
CIRCUITI CHIUSI	605
Circuiti chiusi per attuatori lineari	606
Circuiti chiusi per oleomotori	607
Variatori di velocità	611
CIRCUITI RIGENERATIVI	614
Dimensionamento	615
Valvole direzionali per Circuiti rigenerativi	616
Circuiti rigenerativi con avanzamento rapido/lento automatico	617
LOAD SENSING	618
Generalità	619
Distributori LS	621
LE DIRETTIVE EUROPEE PER L'OLEOIDRAULICA	626
Direttiva Macchine – Direttiva PED	627
Direttiva EMC – Direttiva BT	627
Direttiva ATEX	628
Capitolo 18 – GUARNIZIONI, TUBI, RACCORDI	631
GUARNIZIONI	632
Caratteristiche fisiche	633
I materiali	634
Le forme e le sedi di contenimento	636
Montaggio	646
TUBAZIONI	647
Dimensionamento	648

Tubi rigidi	649
Tubi flessibili	650
RACCORDI	654
Raccordi per tubi rigidi	656
Raccordi per tubi flessibili	658
Giunti oscillanti	662
Giunti rotanti	662
Innesti rapidi	663
Capitolo 19 – ELETTRIDRAULICA PROPORZIONALE	671
TECNICA ELETTROPROPORZIONALE	672
Generalità sugli elementi direzionali e di controllo	673
Anello aperto, chiuso e Feedback	674
Esempi di applicazioni	677
L'unità Elettronica di Controllo (UEC)	678
Segnale di controllo derivativo ed integrale	684
Precisazioni sugli anelli	686
Considerazioni sul guadagno complessivo	687
Feedback indiretto	689
Gestione di sistemi complessi	691
Fieldbus	692
Potenziometro di regolazione, Start, Emergenza	694
TRASDUTTORI DI RETROAZIONE	695
Potenziometro lineare	695
Linear Variable Differential Transformer	696
Magnetostrictivo	697
Rotary Variable Differential Transformer	698
Encoder	698
Dinamo tachimetrica	699
ELETTRIVALVOLE PROPORZIONALI	699
Il solenoide proporzionale	700
Limitazione della pressione	701
Riduzione della pressione	706
Regolazione del flusso	708
Valvole a cassetto per il controllo della direzione e portata	710
Versioni a cartuccia	715
SERVOVALVOLE	716

Costruzione generica	718
Servovalvole monostadio meccaniche	720
Servovalvole con bussola ad inseguimento	721
Flapper/nozzle	723
Jet/pipe	725
Capitolo 20 – L'AVANZAMENTO DEI VEICOLI OPERATIVI	727
LA TRAZIONE IDROSTATICA	727
Tipologie generiche d'assemblaggio	731
Trazioni a circuito aperto	736
Trazione idrostatica in circuito chiuso	740
Alcuni esempi di trazioni idrostatiche a circuito chiuso	748
Dimensionamento generico della trazione idrostatica	752
Power split	753
DISPOSITIVI COMPLEMENTARI	759
Frizioni	759
Power shift	761
Freni	762
STERZO	763
Servosterzo	763
Idroguida	766
Appendice – PRINCIPALI SIMBOLI OLEOIDRAULICI	777
BIBLIOGRAFIA	785
DOCUMENTAZIONE TECNICA	787
INDICE	791