

INDICE

Capitolo 1 - Il progetto orientato all'affidabilità e alla manutenzione del prodotto.....	1
1.1 Introduzione.....	1
1.2 Affidabilità strutturale	2
1.3 Fenomeni incidentali	6
1.4 Il progetto basato sulla funzione.....	7
1.5 L'errore tollerato sulla funzione e la sua misura	10
1.6 I supporti informatici di progetto e di controllo della funzione	11
1.7 Il guasto: modalità e meccanismi	12
1.8 Il guasto nell'approccio fisico e il modello	13
1.9 L'analisi delle modalità di guasto.....	20
1.10 La descrizione delle operazioni di manutenzione.....	26
Bibliografia	27
Capitolo 2 - Il progetto e il costo del ciclo di vita	29
2.1 Introduzione.....	29
2.2 Il concetto di costo del ciclo di vita.....	30
2.2.1 Il costo di acquisizione	31
2.2.2 I costi di funzionamento e di manutenzione	32
2.3 Il costo del guasto	35
2.3.1 Il costo del guasto basato sul tempo di fermo macchina: time based failure cost.....	35
2.3.2 Il costo del guasto basato sulla tipologia: event based failure	36
2.4 Il costo totale operativo	36
2.5 L'andamento dei costi nel tempo.....	37
2.6 Progettare l'affidabilità e l'assistenza di prodotto in funzione mercantile.....	40
2.7 Il costo del ciclo di vita e le barriere di ingresso al mercato	41
Bibliografia	42

Capitolo 3 - La diagnosi.....	43
3.1 Introduzione.....	43
3.2 La conoscenza della modalità di guasto e la diagnosi.....	43
3.3 Il livello di diagnosi.....	44
3.4 I trasduttori e l'analisi del segnale.....	45
3.4.1 Le specifiche di un trasduttore	47
3.4.2 L'acquisizione dei dati e la frequenza di campionamento	50
3.4.3 I componenti di un sistema di trasduttori	51
3.5 I sistemi basati sulla conoscenza e sulla diagnosi multisensore.....	57
3.5.1 Sistemi multisensore e sensor fusion	58
3.5.1.1 La logica per regole semantiche nei sistemi multisensore.....	60
3.5.2 Le reti neurali nella diagnosi multisensore	68
3.6 L'affidabilità del sistema di diagnosi	73
Bibliografia	78
Capitolo 4 - La manutenzione basata sull'affidabilità.....	81
4.1 Introduzione.....	81
4.2 L'analisi RAMS: Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza	82
4.2.1 Perché investire nell'analisi RAMS?	83
4.2.2 Le difficoltà connesse all'analisi RAMS	84
4.2.3 I concetti fondamentali.....	85
4.3 La caratterizzazione affidabilistica dei componenti	87
4.3.1 La caratterizzazione dei componenti.....	87
4.3.2 I componenti non riparabili.....	88
4.3.3 I componenti riparabili	89
4.3.4 I componenti testati	90
4.3.5 I componenti ad intervento intermittente	90
4.3.6 La stima dell'Inaffidabilità e Indisponibilità dei componenti	90
4.4 La raccolta e il trattamento dei dati	93
4.4.1 Le banche dati commerciali	93
4.4.2 La raccolta e il trattamento dei dati	94
4.5 Le tecniche per l'analisi RAMS	95
4.5.1 L'analisi dei guasti	96
4.5.2 L'analisi di manutenibilità	99
4.5.3 L'identificazione dei componenti critici	102
4.5.4 Il concetto di Disponibilità.....	104
4.6 La Reliability Centered Maintenance.....	108
4.6.1 Le tipologie di manutenzione.....	110
4.6.2 La selezione delle politiche di manutenzione ottimali.....	115
4.7 Conclusioni	117
Appendice: richiami di probabilità e statistica.....	118
Bibliografia	128

Capitolo 5 - I metodi di manutenzione	131
5.1 Confronto tra metodi tradizionali e innovativi	131
5.1.1 Early equipment management.....	132
5.1.2 La gestione della documentazione	133
5.2 La metodologia della gestione strategica del bene	134
5.2.1 La logica fuzzy	136
5.2.2 I sistemi esperti	136
5.2.3 Le reti neurali	137
5.2.4 Le reti di Petri.....	137
5.3 Il Sistema Informativo di manutenzione	138
5.3.1 Generalità della gestione computerizzata della manutenzione	138
5.3.2 Il ritorno dell'investimento di un CMMS	140
5.3.2.1 I risultati ottenibili dall'introduzione di un CMMS	140
5.3.3 I fattori di costo del CMMS	141
5.3.3.1 Il problema della fobia del computer, ovvero i sistemi user-friendly.....	142
5.3.3.2 Conviene ancora sviluppare un CMMS in azienda?	142
5.3.4 Azioni sui fornitori di macchinari	143
5.4 Cinquanta domande di aiuto al manutentore nella scelta del CMMS	143
Bibliografia	146
 Capitolo 6 - La gestione amministrativa della manutenzione.....	 147
6.1 Contabilità industriale o analitica	147
6.1.1 Confronto tra contabilità generale e contabilità industriale	148
6.1.2 Ricavi	148
6.1.3 Costi	149
6.1.4 Classificazione dei costi	149
6.2 L'analisi e il controllo dei costi	151
6.2.1 Scopo dell'analisi dei costi.....	151
6.2.2 Costi di produzione	151
6.2.3 Margine di contribuzione	153
6.2.4 Configurazione dei costi	153
6.2.5 Azioni per ridurre i costi	157
6.2.6 Tariffa macchina	164
6.2.7 Perdite per mancata produzione	165
6.2.8 Casi applicativi.....	165
6.2.8.1 Esempio di classificazione	165
6.2.8.2 Esempio di impiego del tasso dei costi indiretti	167
6.2.8.3 Scomposizione delle spese generali.....	169
6.2.9 Abbreviazioni e simboli	171
6.3 Il budget di manutenzione	172
6.3.1 Fabbisogni della manutenzione	174
6.3.2 Origine delle informazioni	174

6.3.3	Aggregazione delle informazioni.....	176
6.3.4	Definizione di volumi e risorse.....	178
6.3.5	Costi per origine.....	179
6.3.6	Costo della manodopera asservita e costo ora standard.....	179
6.3.7	Costo del lavoro fornito da terzi (imprese fornitrici di servizi di manutenzione).....	184
6.3.8	Servizio manutenzione dell'azienda committente.....	187
6.3.9	Stesura del budget.....	189
6.3.10	Forecast.....	191
6.3.11	Consuntivazione degli interventi.....	191
6.3.12	Gestione e controllo degli interventi.....	192
6.3.13	Sistema Informativo per il budget di manutenzione.....	192
6.3.14	Verifica dei valori di budget.....	192
6.3.15	Organizzazione delle informazioni.....	193
6.3.16	Controllo del budget.....	194
6.3.17	Abbreviazioni e Simboli.....	195
6.4	L'analisi degli investimenti.....	195
6.4.1	Criteri di valutazione degli investimenti.....	195
6.4.2	Categorie di investimento.....	198
6.4.3	Il punto di vista finanziario.....	198
6.4.4	Attualizzazione dei costi: esempi applicativi.....	202
6.4.5	Abbreviazioni e simboli.....	205
6.5	Il precalcolo tecnico.....	206
6.5.1	Definizioni.....	206
6.5.2	Punti di indagine.....	206
6.5.3	Struttura Organizzativa.....	208
	Bibliografia.....	213
	Capitolo 7 - La gestione dei progetti.....	215
7.1	Problem solving e decision making.....	215
7.1.1	Generalità della metodologia PSDM.....	216
7.1.2	Metodo PDCA.....	217
7.1.3	Strumenti di lavoro.....	226
7.1.3.1	Raccolta dati.....	226
7.1.3.2	Foglio di raccolta per dati numerabili.....	226
7.1.3.3	Foglio di raccolta per dati misurabili.....	227
7.1.3.4	Foglio di raccolta per posizione del difetto.....	227
7.1.3.5	Foglio di sintesi.....	227
7.1.3.6	Foglio impostato come lista di controllo.....	229
7.1.3.7	Diagramma delle affinità.....	229
7.1.3.8	Diagramma delle relazioni.....	234
7.1.3.9	Analisi di Pareto.....	235
7.1.3.10	Diagrammi causa-effetto.....	238

7.2	La gestione dei progetti e delle commesse	239
7.2.1	Lavorare per progetti	239
7.2.1.1	Il progetto	240
7.2.1.2	Il Project Management	240
7.2.1.3	L'organizzazione	241
7.2.1.4	Il ciclo di vita dei progetti	242
7.2.1.5	La pianificazione del progetto ed il ciclo di vita	247
7.3	La pianificazione e la programmazione dei progetti	248
7.3.1	Project Breakdown Structure	249
7.3.2	La matrice compiti/responsabilità	250
7.3.3	La programmazione del progetto	251
7.3.4	La schedulazione generale del progetto	254
7.3.5	La programmazione multiprogetto	254
7.3.6	La preventivazione	256
7.3.7	La gestione delle modifiche e delle varianti	256
7.3.8	Il controllo dell'avanzamento e dei costi	257
7.3.8.1	La gestione del budget di progetto	258
7.3.8.2	L'avanzamento dei lavori	259
7.3.8.3	Il controllo dei costi	261
7.3.8.4	Come misurare l'avanzamento dei lavori e quali interventi correttivi intraprendere	261
7.3.8.5	La consuntivazione e la chiusura del progetto	261
7.4	La pianificazione e il controllo dei progetti: PERT, CPM e Gantt	262
7.4.1	La tempificazione dei progetti: il metodo PERT	264
7.4.2	La realizzazione pratica del piano di progetto	267
7.4.3	Il PERT statistico	269
7.4.4	Il carico di lavoro delle risorse	270
7.4.4.1	Il diagramma di Gantt delle risorse	270
7.4.4.2	Il caso più semplice di determinazione del carico di lavoro	271
7.4.4.3	Il caso di più operazioni assegnate alla stessa risorsa	272
7.4.5	Alcuni strumenti per la riduzione del tempo globale	274
	Bibliografia	276
	Capitolo 8 - I materiali tecnici	279
8.1	Teoria della gestione dei materiali tecnici	279
8.1.1	Considerazioni generali sui materiali tecnici	279
8.1.1.1	Tecnologia	280
8.1.1.2	Logistica	280
8.1.1.3	Amministrazione	281
8.1.1.4	Funzioni aziendali coinvolte	281
8.1.2	Il problema fondamentale	281
8.1.2.1	Principali fattori influenti	282
8.1.3	Classificazione, codifica e unificazione	283

8.1.3.1	Classificazione	283
8.1.3.2	Codifica	283
8.1.3.3	Unificazione	285
8.2	Selezione, ottimizzazione e gestione operativa dei materiali tecnici	285
8.2.1	Selezione	285
8.2.2	Ottimizzazione e gestione operativa	287
8.2.2.1	Materiali di consumo	287
8.2.2.2	Ricambi generici	287
8.2.2.3	Ricambi specifici.....	288
8.2.2.4	Materiali grezzi o semilavorati	288
8.2.2.5	Variazione delle voci di scorta.....	289
8.2.3	Amministrazione	289
8.2.4	Futuro prossimo	290
8.3	Selezione dei materiali in fase di progettazione dell'impianto.....	291
8.3.1	Influenza della progettazione	291
8.3.2	Continuità e sicurezza di funzionamento	292
8.4	Criteri per la stesura di un capitolato di fornitura.....	295
8.4.1	Orientamento del progettista nella scelta dei ricambi	296
8.4.2	Esposizione delle procedure di controllo e di approvazione.....	296
8.4.3	Redazione della documentazione.....	297
8.5	Modalità di controllo, costruzione e riparazione	298
8.5.1	Attrezzatura	298
8.5.2	Magazzino	300
8.5.3	Controllo	301
8.5.3.1	Definizioni	302
8.5.3.2	Esempi di protocollo di collaudo	303
8.5.3.3	Approvvigionamento	304
8.5.3.4	Collaudi in esercizio.....	305
8.5.3.5	Conto lavorazione	305
	Bibliografia	305
	Capitolo 9 - L'interazione manutenzione-produzione.....	307
9.1	Evoluzione dei mercati nel XXI secolo	307
9.2	Evoluzione dell'organizzazione della produzione.....	308
9.3	I sistemi di produzione industriale.....	308
9.3.1	Il sistema di produzione americano.....	308
9.3.2	Il sistema di produzione giapponese	310
9.4	La fabbrica snella.....	311
9.4.1	Il modello tradizionale gerarchico-funzionale	311
9.4.2	Il modello di produzione snello ed integrato.....	311
9.4.3	Le minifabbriche	314
9.4.4	Ruoli e figure professionali della minifabbrica (UPE).....	315
9.4.5	L'adozione delle tecniche giapponesi di gestione della produzione	318

9.4.6	La gestione a vista	320
9.4.7	La catena del valore aggiunto.....	323
9.4.8	L'identificazione e l'eliminazione degli sprechi.....	324
9.4.9	Il miglioramento continuo.....	325
9.5	La manutenzione nella fabbrica snella	329
9.5.1	Il ruolo della manutenzione nella fabbrica snella.....	329
9.6	La Total Productive Maintenance (TPM).....	333
9.6.1	La manutenzione autonoma	336
	Bibliografia	342
	Capitolo 10 - L'Ingegneria di manutenzione.....	345
10.1	L'Ingegneria di manutenzione.....	345
10.2	La progettazione del sistema manutenzione	346
10.2.1	Le politiche di manutenzione	347
10.2.2	Criticità degli impianti	350
10.2.3	Scomposizione delle macchine critiche	352
10.2.4	Famiglie tecniche	356
10.2.5	Pianificazione delle attività.....	359
10.3	Il controllo tecnico ed economico della manutenzione	363
10.4	La promozione del miglioramento continuo della manutenzione	365
10.4.1	Miglioramento del servizio di manutenzione.....	365
10.4.2	Miglioramento continuo delle prestazioni degli impianti	370
10.4.2.1	Procedura dei suggerimenti.....	371
10.5	Gli strumenti dell'Ingegneria di manutenzione	371
10.5.1	Il sistema informativo	371
10.5.2	La scelta del software.....	372
10.6	La terziarizzazione.....	373
10.6.1	Scelta del fornitore di un servizio di manutenzione.....	375
10.7	La procedura di manutenzione	376
	Bibliografia	383
	Capitolo 11 - La terziarizzazione e il Global Service della manutenzione.....	385
11.1	Introduzione.....	385
11.2	Criteri di scelta della terziarizzazione	386
11.2.1	Come prendere una corretta decisione?	386
11.2.2	Perché terziarizzare?	387
11.2.3	Quali attività terziarizzare?	387
11.2.4	Come terziarizzare?.....	387
11.3	Terziarizzazione delle attività esecutive	387
11.3.1	I soggetti dell'appalto.....	387
11.3.2	Capitolato generale di appalto.....	389
11.3.3	Forma di assegnazione dei lavori	393
11.3.4	Documenti di contabilità	395
11.3.5	Subappalto	401

11.4 Terziarizzazione dell'intero processo di manutenzione: il contratto di Global Service	402
11.4.1 Global Service e Ingegneria di manutenzione.....	403
11.4.2 Global Service e gestione dei materiali.....	405
11.4.3 Global Service e manutenzione autonoma.....	405
11.4.4 Fattibilità del GSM.....	407
11.4.5 Criticità di applicazione del GSM.....	408
11.4.6 Come agevolare il rapporto di GSM	408
11.4.7 Stesura del contratto di GSM	408
11.4.8 Misura delle performance del servizio fornito (KPI).....	409
11.4.9 Meccanismo bonus/malus	409
Appendice: richiamo della normativa UNI sulla terziarizzazione	410
Bibliografia	413

Capitolo 12 - I contratti di manutenzione: generalità e suggerimenti

per la redazione	415
12.1 Cenni sul concetto di terziarizzazione e sulle tipologie contrattuali	415
12.2 Natura e definizione del contratto di manutenzione.....	421
12.3 Oggetto del contratto e clausole principali.....	423
12.4 Diritti e obblighi delle parti	424
12.5 Garanzie da inserire nel contratto.....	425
12.6 Cause di scioglimento.....	427
12.7 Clausole di esonero da responsabilità o vessatorie e relativa disciplina	431
12.8 Cenni sul conferimento del personale	432

Capitolo 13 - La telemanutenzione

13.1 Manutenzione per via telematica.....	435
13.1.1 Stimolo all'innovazione	435
13.1.2 Necessità ed opportunità	436
13.2 Ambiti di applicazione dei telesistemi.....	437
13.2.1 Ambientale	438
13.2.2 Produzione e distribuzione di energia.....	438
13.2.3 Industria di processo	438
13.2.4 Industria manifatturiera.....	438
13.2.5 Trasporti	439
13.2.6 Civile	439
13.3 Il telesistema: struttura e trasferimento delle informazioni.....	439
13.3.1 Predisposizione del bene	440
13.3.2 Caratteristiche non dipendenti dalla tipologia del bene	440
13.3.2.1 Sistema di generazione e trasmissione dell'informazione: parte locale	440
13.3.2.2 Sistema di generazione e trasmissione dell'informazione: parte remota.....	442

13.3.3 Requisiti dipendenti dalla tipologia del bene	442
13.3.3.1 Tipologie di predisposizioni telemanutentive del bene	442
13.4 La gestione dell'informazione su rete locale	443
13.5 Il trasferimento a distanza delle informazioni e dei dati: apparati e sicurezza	444
13.5.1 La scelta della rete	446
13.6 Caratteristiche dell'offerta della telemanutenzione	448
13.6.1 Aspetti commerciali	448
13.6.2 Aspetti economici	449
13.6.3 Aspetti di affidabilità	450
13.7 La sicurezza delle informazioni	450
13.7.1 La sicurezza delle reti	451
13.7.2 Tecniche difensive	454
13.7.3 Tipologie di reti	456
13.8 La codifica e la sicurezza operativa	458
13.9 La normativa	459
Bibliografia	460
Capitolo 14 - La teleassistenza: un progetto di ricerca	
della Comunità Europea	461
14.1 Introduzione	461
14.2 TASIO: caratteristiche generali, novità concettuali e modularità	462
14.2.1 L'organizzazione della base dati	465
14.3 La comunicazione	467
14.4 La presentazione dei dati e le interfacce operatore	469
14.5 Il modulo di sorveglianza (SM, Surveillance Module)	471
14.6 Il modulo di manutenzione (MM, Maintenance Module)	473
14.6.1 Il sottomodulo per la diagnosi di fenomeni fisici complessi (CSS, Complex Condition System)	481
14.6.2 Il sottomodulo per la diagnosi evoluta (Fuzzy Module)	482
14.7 Il modulo di supporto alle decisioni (DSS, Decision Support System)	485
14.8 Aspetti organizzativi del sistema TASIO	488
14.9 La distribuzione delle risorse e la necessità di comunicazione protetta	489
Bibliografia	493
Capitolo 15 - Qualità, sicurezza e ambiente	495
15.1 La manutenzione e la riduzione della variabilità di processo	495
15.1.1 Definizione di processo	496
15.1.1.1 Obiettivi di un processo	497
15.1.1.2 Non raggiungimento degli obiettivi	498
15.1.2 Variabilità del processo	498
15.1.2.1 Fattori influenzanti la dispersione	501
15.1.2.2 Fattori influenzanti la centratura	501
15.1.3 Capacità di processo	502
15.1.4 Strumenti operativi di analisi	503

15.2	La certificazione delle imprese di manutenzione	504
15.2.1	Dettagli del processo di certificazione	505
15.2.1.1	Impostazione	505
15.2.1.2	Implementazione	506
15.2.1.3	Controllo	506
15.2.1.4	Certificazione	507
15.2.1.5	Mantenimento	507
15.3	La manutenzione nel mantenimento della sicurezza	507
15.4	Le procedure di sicurezza per l'esecuzione degli interventi di manutenzione	523
15.5	Il ruolo della manutenzione nel rispetto dell'ambiente	525
Capitolo 16	- La normativa	527
16.1	Introduzione	527
16.2	Le norme tecniche	527
16.2.1	Generalità	527
16.2.2	Le norme nazionali	528
16.2.3	Le norme europee	529
16.2.4	Le norme internazionali	529
16.2.5	Oltre alle norme	530
16.2.6	Principali siti internet di interesse	531
16.2.6.1	Enti normatori	531
16.2.6.2	Enti normatori nazionali membri del CEN o del CENELEC	531
16.2.6.3	Altri siti	532
16.3	Le norme di manutenzione emanate da organismi mondiali (ISO e IEC)	532
16.3.1	Il panorama	532
16.3.2	La IEC 60300 (CEI EN 60300): Gestione della fidatezza	533
16.3.3	La IEC 60706: Guida sulla manutenibilità dell'apparecchiatura	535
16.3.4	Altre norme di origine IEC	536
16.3.5	La manutenzione del software	537
16.4	Le norme di manutenzione emanate da organismi europei (CEN e CENELEC)	537
16.4.1	Il panorama	537
16.4.2	Le norme del CEN TC 319	538
16.5	Le norme di manutenzione emanate da organismi nazionali (UNI e CEI)	538
16.5.1	Il panorama	538
16.5.2	Le norme UNI	539
16.5.2.1	Terminologia	539
16.5.2.2	Principi generali	540
16.5.2.3	Contrattualistica di manutenzione	543
16.5.2.4	Norme UNI settoriali	545
16.5.3	Le norme CEI	549
16.5.4	Le norme in altri paesi	551
16.5.4.1	Le norme francesi	551
16.5.4.2	Le norme tedesche	551

16.5.4.3	Le norme olandesi	552
16.5.4.4	Le norme britanniche	552
16.5.4.5	Le norme austriache	552
16.5.4.6	Le norme americane	552
16.6	Cenni su altre norme di manutenzione	552
16.7	I progetti di norma sulla manutenzione	553
16.7.1	A livello ISO	553
16.7.2	A livello IEC	553
16.7.3	A livello CEN	554
16.7.4	A livello CENELEC	555
16.7.5	A livello UNI	555
16.7.6	A livello CEI	556
16.7.7	A livello nazionale, presso altri paesi	556
16.8	Indice numerico delle norme citate	556
Capitolo 17	- La formazione	563
17.1	Introduzione	563
17.2	L'evoluzione organizzativa	563
17.2.1	Organizzazione gerarchica e organizzazione partecipativa	564
17.2.1.1	Il sistema gerarchico puro	564
17.2.1.2	Il sistema partecipativo puro	566
17.2.2	Uno scenario in evoluzione	566
17.2.3	Obiettivi di funzione, sistemi premianti, inquadramenti contrattuali	567
17.3	L'analisi e lo sviluppo delle competenze	567
17.4	Lo sviluppo dei collaboratori	570
17.4.1	I colloqui di valutazione	571
17.4.2	Gestire il colloquio	572
17.5	La progettazione formativa	573
17.5.1	La formazione degli adulti	574
17.5.2	Individuare gli obiettivi della formazione	575
17.5.3	Scegliere le metodologie formative	576
17.5.4	Impostazione del sistema	580
17.5.5	Cronologia degli avvenimenti	581
17.6	La formazione in aula o in laboratorio	582
17.6.1	La scaletta della lezione	582
17.6.2	La gestione dell'aula e dei partecipanti	583
17.7	La tecnica dei compiti formativi	584
17.7.1	Definizione delle schede training	585
17.7.2	L'affiancamento (training)	588
17.7.3	Eventuale raccolta e impaginazione degli elaborati	588
17.7.4	Chiusura dell'intervento	588
17.8	I gruppi di miglioramento	588
17.9	La formazione a distanza	590

17.9.1 Come avviene la formazione.....	591
17.9.2 Gli strumenti a disposizione di tutori e studenti.....	592
17.9.3 Gli strumenti per la creazione dei moduli.....	592
17.9.4 Un esempio di contenuto: gestione della manutenzione.....	593
17.9.5 Le chiavi della riuscita.....	595
17.9.6 Conclusioni e prospettive.....	596
Ringraziamenti.....	599
Indice analitico.....	601