

Sommaire

Préface

Avant-propos : Les unités de mesure

Chapitre 1

Des mesures bien physiques

1.1.	Introduction : sur la recherche	19
1.2.	Les moyens de la recherche	20
1.3.	L'action concertée « Instruments de mesure »	20
1.4.	Des outils pour la mesure : le traitement de l'information	20
1.5.	Les banques de données : des mesures bien exploitées	20
1.6.	Propos sur la C.A.O. : l'ordinateur à l'usine	21
1.7.	Une approche généralisée de la C.A.O.	23
1.8.	Les images	23
1.9.	L'ordinateur prend la parole	24
1.10.	L'environnement du capteur de mesure	25
1.11.	L'analyse des signaux	26
1.11.1.	Introduction	26
1.11.2.	Fonctions de corrélation	26
1.11.3.	L'analyse de FOURIER	26
1.11.4.	Des analyseurs	29
1.11.4.1.	Dispositifs à transfert de charges	29
1.11.4.2.	Les micro-ondes acoustiques	30
1.12.	L'analyse numérique	31
1.12.1.	Transmission des signaux	31
1.12.2.	Le traitement des données	32

Chapitre 2

Les mesures industrielles

2.1.	Introduction	33
2.1.1.	Les capteurs	33
2.1.2.	L'information captée : analogique, digitale ou graphique	34

2.2. Les capteurs dimensionnels	34
2.2.1. De la mesure de longueur à la détection de position	35
2.2.1.1. Les capteurs magnétiques	35
2.2.1.2. L'effet HALL	37
2.2.1.3. L'optoélectronique	38
2.2.1.4. Les sondes capacitives	40
2.2.1.5. Les sondes à courant de FOUCAULT	42
2.2.2. Les jauges de déformation	42
2.2.2.1. Un peu de résistance des matériaux	42
2.2.2.2. Les jauges de déformation	45
2.2.2.3. Le pont de mesures	46
2.2.2.4. Compensation thermique	50
2.2.2.5. Les jauges commercialisées	51
2.2.3. Les mesures optiques	53
2.2.3.1. Les interférences	53
2.2.3.2. Les lasers	54
2.2.3.3. L'interféromètre à laser	55
2.2.3.4. La mesure interférométrique des angles	56
2.2.3.5. Le télémètre à laser	57
2.2.3.6. Le laser n'est pas toujours indispensable	58
2.3. La mesure des grandeurs mécaniques	59
2.3.1. Introduction	59
2.3.2. L'accéléromètre	60
2.3.2.1. Mise en équation	60
2.3.2.2. Résolution	61
2.3.2.3. Analyse	61
2.3.2.4. Généralisation	61
2.3.2.5. Excitation de la structure	62
2.3.2.6. Une application : l'accéléromètre	62
2.3.2.7. L'accéléromètre à contre-réaction	63
2.3.2.8. L'accéléromètre à potentiomètre	65
2.3.2.9. L'accéléromètre à jauges de déformations	65
2.3.3. Forces, pressions, contraintes	66
2.3.3.1. Introduction	66
2.3.3.2. Encore un peu de résistance des matériaux	66
2.3.3.2.1. définitions	66
2.3.3.2.2. déformation de corps simples	67
2.3.3.2.3. inertie « surfacique »	67
2.3.3.2.4. barres et poutres droites	67
2.3.3.2.5. mesures par jauges de déformations	70
2.3.3.3. Des capteurs bien miniaturisés	72
2.3.3.4. Les autres capteurs	73
2.3.3.4.1. capteurs piézoélectriques	73
2.3.3.4.2. capteurs capacitifs	74
2.3.3.4.3. capteurs inductifs	75
2.3.3.4.4. capteurs à corde vibrante	76
2.3.3.4.5. capteurs à potentiomètre	76
2.3.4. Techniques optiques	76
2.3.4.1. Photoélasticimétrie	76
2.3.4.1.1. polarisation de la lumière	76
2.3.4.1.2. biréfringence	77
2.3.4.1.3. photoélasticité	77
2.3.4.1.4. conséquences	78
2.3.4.1.5. application	79

2.3.4.2. La méthode du moiré	79
2.3.4.2.1. introduction	79
2.3.4.2.2. principe de la méthode	79
2.3.4.2.3. application à l'étude des déformations	79
2.3.4.2.4. méthode différentielle	80
2.3.4.2.5. application	80
2.4. La mesure des grandeurs thermiques	82
2.4.1. A propos de la température	82
2.4.2. A propos de la température thermodynamique	82
2.4.3. A propos des températures totales et statiques	83
2.4.3.1. Quelques définitions préliminaires	83
2.4.3.2. A propos de la dynamique des gaz	83
2.4.3.3. Transferts de chaleur	84
2.4.4. Les thermomètres à résistance	84
2.4.4.1. Introduction	84
2.4.4.2. Les résistances thermométriques en platine	84
2.4.5. Les thermocouples	86
2.4.5.1. L'effet PELTIER	86
2.4.5.2. L'effet VOLTA	86
2.4.5.3. L'effet THOMSON	87
2.4.5.4. Les couples thermo-électriques	87
2.4.5.5. La mesure des températures	88
2.4.5.6. Thermocouples utilisés	89
2.4.6. Les thermistances	90
2.4.6.1. Caractéristiques électriques	90
2.4.6.2. Caractéristiques thermiques	91
2.4.7. Le thermomètre à quartz	91
2.4.8. Thermomètres en semi-conducteurs	92
2.4.9. Les peintures thermochromes	92
2.4.10. Les cristaux liquides	92
2.4.10.1. Introduction	92
2.4.10.2. Bref historique	92
2.4.10.3. Les cristaux liquides thermotropiques	93
2.4.10.3.1. introduction	93
2.4.10.3.2. les composés nématiques	93
2.4.10.3.3. les cristaux liquides cholestériques	94
2.4.10.3.4. la phase smectique	95
2.4.10.4. Thermomètres à cristaux liquides	95
2.4.11. La détection des rayonnements infrarouges	95
2.4.11.1. Propos sur les infrarouges	95
2.4.11.2. Les capteurs non sélectifs	97
2.4.11.3. Les capteurs sélectifs	98
2.4.11.3.1. méthode de comparaison	98
2.4.11.3.2. conversion directe	98
2.4.12. La photothermométrie	99
2.4.12.1. La luminescence	99
2.4.12.2. La méthode des couleurs	100
2.4.12.3. La méthode du retard	100
2.4.12.4. Application de la photothermométrie	100
2.5. Les mesures physico-chimiques	100
2.5.1. Introduction	100
2.5.2. La foule des analyseurs	102

2.5.3. A propos de la chromatographie	103
2.5.4. Le spectromètre de masse casse les molécules pour mieux les analyser	104
2.5.5. Analyses par spectromètres RMN, RPE et RQN	105
2.5.6. La spectroscopie RAMAN laser	106
2.5.7. La microscopie RAMAN laser	108
2.5.8. A propos des microscopes	109
2.5.9. Des électrons aux ions	110
2.5.10. ... et aux rayons X	111

Chapitre 3

Les contrôles non-destructifs : qualifier sans quantifier

3.1. Introduction	113
3.2. Les méthodes visuelles	113
3.2.1. L'inspection visuelle directe	113
3.2.2. Les pénétrants	116
3.3. Du contrôle magnétique... ..	117
3.4. ... au contrôle par courants de FOUCAULT	117
3.5. Les ultrasons	118
3.5.1. Génération	118
3.5.2. Des contrôles par ultrasons	119
3.5.3. Les ondes de LAMB	121
3.5.4. La visualisation des ultrasons	122
3.6. Des regards sur l'invisible	122
3.6.1. La radiographie	122
3.6.2. La neutrographie	123
3.6.3. La radiographie par protons diffusés	125
3.7. L'émission acoustique : un stéthoscope pour l'industrie	125
3.7.1. Généralités	125
3.7.2. L'émission acoustique	126
3.7.3. Détection et analyse	126
3.7.4. Localisation des défauts	127
3.7.5. Surveillance de l'intégrité des structures	127
3.8. Le contrôle optique : vers l'automatique	128
3.8.1. La méthode de balayage optique des surfaces	128
3.8.2. L'activation par laser	129
3.8.3. A propos des tests automatiques	129
3.8.3.1. Introduction	129
3.8.3.2. Le test des circuits intégrés	130
3.8.3.3. Le test des mémoires	130
3.8.3.4. Le cas des circuits analogiques	130
3.8.3.5. Des logiciels aux tests automatiques	131
3.8.3.6. Reconnaissance des formes, reconnaissance des défauts	131
3.9. Les hologrammes	132
3.9.1. Introduction	133
3.9.2. de FRESNEL à GABOR	134
3.9.3. Le laser change tout	135
3.9.4. L'interférométrie holographique	135

3.9.5. A propos de speckles	136
3.9.6. La méthode des franges projetées	137
3.9.7. De l'analyse des vibrations aux contrôles non destructifs	137
3.9.8. De la photoélasticimétrie à l'holographie	137
3.10. L'holographie non-optique	138
3.10.1. L'holographie des électrons	138
3.10.2. L'holographie radioélectrique	139
3.10.3. L'holographie acoustique	140

Chapitre 4

Des contrôles destructifs

4.1. Introduction	143
4.2. Les mesures destructives des épaisseurs	143
4.3. L'adhérence des revêtements	144
4.4. La mesure des contraintes résiduelles	144

Post-scriptum

Bibliographie