

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σχετικά με το βιβλίο.....	4
---------------------------	---

Κεφάλαιο 1: Θεμελιώδεις έννοιες συστημάτων μέτρησης

1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Μονάδες μέτρησης	2
1.2.1 Το διεθνές σύστημα μονάδων	2
1.2.2 Παράγωγες μονάδες	3
1.2.3 Προθέματα μονάδων	4
1.3 Γραφικές παραστάσεις μεγεθών	5
1.3.1 Καρτεσιανή παράσταση μεγεθών	5
1.3.2 Ημιλογαριθμική παράσταση μεγεθών	5
1.3.3 Λογαριθμική παράσταση μεγεθών	5
1.4 Συστήματα μέτρησης	5
1.4.1 Παθητικά & ενεργά συστήματα μέτρησης	5
1.4.2 Γραμμικά & μη γραμμικά συστήματα μέτρησης	6
1.4.3 Στατικά και δυναμικά συστήματα μέτρησης	6
1.4.4 Συνεχές και διακριτό σύστημα μέτρησης	6
1.4.5 Χρονομεταβλητό και χρονικά αμετάβλητο σύστημα μέτρησης	7
1.4.6 Δομή συστημάτων μέτρησης	7
1.5 Μοντελοποίηση συστημάτων μέτρησης	9
1.5.1 Απόκριση συστήματος μέτρησης	9
1.5.2 Σύστημα μηδενικής τάξης	11
1.5.3 Σύστημα πρώτης τάξης	11
1.5.3.1 Συνάρτηση μεταφοράς συστήματος πρώτης τάξης	11
1.5.3.2 Τυπικά παραδείγματα συστημάτων πρώτης τάξης	13
1.5.3.3 Χρονική απόκριση συστήματος πρώτης τάξης	13
1.5.3.4 Απόκριση συχνότητας συστήματος πρώτης τάξης	16
1.5.4 Συστήματα δεύτερης τάξης	18
1.5.4.1 Συνάρτηση μεταφοράς συστήματος δεύτερης τάξης	18
1.5.4.2 Τυπικά παραδείγματα συστημάτων δεύτερης τάξης	18
1.5.4.3 Χρονική απόκριση συστήματος δεύτερης τάξης	19
1.5.4.4 Απόκριση συχνότητας συστήματος δεύτερης τάξης	28
1.6 Διαγράμματα Bode	28
1.6.1 Βήματα σχεδίασης διαγραμμάτων Bode	29
1.6.1.1 Σχεδίαση διαγράμματος μέτρου απόκρισης συχνότητας	29
1.6.1.2 Σχεδίαση διαγράμματος απόκρισης φάσης	31
1.7 Εργαστηριακή Εφαρμογή 1: Μελέτη απόκρισης συστημάτων $1^{ης}$ και $2^{ης}$ τάξης μέσω του λογισμικού προσομοίωσης συστημάτων Simulink του MatLab	35
1.8 Εργαστηριακή Εφαρμογή 2: Μελέτη απόκρισης συστημάτων $1^{ης}$ και $2^{ης}$ τάξης με πραγματικά σήματα διέγερσης μέσω LabVIEW.....	35
Ερωτήσεις	35

Κεφάλαιο 2: Χαρακτηριστικά αισθητήρων

2.1 Αισθητήρες και μετατροπείς	37
2.2 Ανιχνευτές	38
2.3 Κατηγορίες αισθητήρων	38
2.3.1 Παθητικοί και ενεργοί αισθητήρες	38
2.3.2 Απόλυτοι και σχετικοί αισθητήρες	38
2.4 Χαρακτηριστικά αισθητήρων	38
2.4.1 Συνάρτηση μεταφοράς	39
2.4.2 Περιοχή τιμών εισόδου	39
2.4.3 Εύρος πλήρους κλίμακας εισόδου	39
2.4.4 Εύρος πλήρους κλίμακας εξόδου	40
2.4.5 Ακρίβεια	40
2.4.6 Βαθμονόμηση	42
2.4.6.1 Παράδειγμα διαδικασίας βαθμονόμησης συστήματος μέτρησης pH	43
2.4.7 Σφάλμα βαθμονόμησης	43
2.4.8 Υστέρηση	44
2.4.9 Μη γραμμικότητα	45
2.4.10 Διακριτική ικανότητα	45
2.4.11 Επαναληψιμότητα	45
2.4.12 Συντελεστής κορεσμού	45
2.4.13 Νεκρή ζώνη	46
2.4.14 Σύνθετη αντίσταση εξόδου	46

2.4.15 Διέγερση	46
2.4.16 Αξιοπιστία	46
2.4.17 Ελάχιστο σήμα κατωφλίου	46
2.4.18 Χρόνος απόκρισης	47
2.4.19 Θόρυβος	47
2.4.20 Ολίσθηση	47
2.4.21 Χρόνος προθέρμανσης	47
2.5 Εμπορικοί αισθητήρες και μορφομετατροπείς	47
2.6 Δυναμικά Χαρακτηριστικά	50
Ερωτήσεις	51

Κεφάλαιο 3: Μετρήσεις θέσης και μετατόπισης

3.1 Εισαγωγή	53
3.1.1 Αισθητήρες μέτρησης μετατόπισης με επαφή	54
3.1.2 Αισθητήρες μέτρησης μετατόπισης από απόσταση	54
3.2 Αισθητήρες μέτρησης μετατόπισης με επαφή	54
3.2.1 Τερματικός διακόπτης θέσης	54
3.2.2 Αισθητήρες μεταβλητής αντίστασης-Ποτενσιόμετρα	56
3.2.3 Μαγνητικός διακόπτης με γλωσσίδα	59
3.2.4 Υδραργυρικός διακόπτης βαρύτητας	60
3.2.5 Αισθητήρας κλίσης με ηλεκτρολύτη	60
3.2.6 Αισθητήρας κλίσης με φυσαλίδα	61
3.2.7 Γραμμικός και στροφικός επαγωγικός αισθητήρας μετατόπισης	61
3.2.8 Πιεζοαντίσταση	70
3.2.8.1 Μεταλλικά μηκυνσιόμετρα	71
3.2.8.2 Ημιαγωγικές πιεζοαντιστάσεις	73
3.2.8.3 Οπτικοί Κωδικοποιητές	73
3.2.8.4 Αυξητικός οπτικός κωδικοποιητής	74
3.2.9 Απόλυτος οπτικός κωδικοποιητής	77
3.2.10 Συγχροεπαγωγείς	78
3.2.11 Περιστροφικός συγχροεπαγωγέας 2 πηνίων).....	78
3.2.11.1 Περιστροφικός συγχροεπαγωγέας τριών πηνίων	79
3.2.11.2 Συγχροεπαγωγέας τυπωμένων πηνίων	79
3.3 Αισθητήρες μέτρησης μετατόπισης από απόσταση (χωρίς επαφή).....	80
3.3.1 Αισθητήρες επαγωγής	80
3.3.2 Αισθητήρες αυτεπαγωγής	80
3.3.3 Αισθητήρες φαινομένου Hall	82
3.3.3.1 Εργαστηριακή εφαρμογή 1: Μελέτη αισθητήρα Hall	86
3.3.4 Χωρητικοί αισθητήρες μετατόπισης	87
3.3.4.1 Αισθητήρες χωρητικότητας μεταβαλλόμενης απόστασης	87
3.3.4.2 Αισθητήρας χωρητικότητας μεταβαλλόμενης επιφάνειας	87
3.3.4.3 Αισθητήρες χωρητικότητας μεταβαλλόμενου διηλεκτρικού	88
3.3.4.4 Χωρητικός αισθητήρας γέφυρας παράλληλων οπλισμών	89
3.3.4.5 Αποδιαμόρφωση σήματος χωρητικών αισθητήρων μετατόπισης	90
3.3.4.6 Εφαρμογές αισθητήρων χωρητικότητας	91
3.3.5 Οπτικοί αισθητήρες μετατόπισης	92
3.3.5.1 Πηγή φωτεινής ακτινοβολίας	92
3.3.5.2 Ανιχνευτής φωτεινής ακτινοβολίας	92
3.3.5.3 Οπτικές διατάξεις	93
3.3.6 Φωτοδιακόπτης.....	94
3.3.7 Φωτοανακλαστής θέσης.....	95
3.3.8 Φωτοανακλαστής απόστασης	96
3.3.9 Αισθητήρες προσέγγισης με πολωμένο φως	97
3.3.10 Οπτική Γέφυρα	97
3.3.11 Αισθητήρες δέσμης λέιζερ	98
3.3.12 Αισθητήρας λέιζερ οπτικής διαμόρφωση φύλλου δέσμης (OMRON)	99
3.3.13 Εφαρμογές αισθητήρων λέιζερ (OMRON).....	99
Ερωτήσεις	100

Κεφάλαιο 4: Μετρήσεις στάθμης

4.1 Εισαγωγή	101
4.2 Σωλήνας Παρατήρησης	101
4.3 Ράβδος βυθομέτρησης.....	102
4.4 Διακόπτης πλωτήρα	102
4.5 Πλωτός διακόπτης βύθισης	102
4.6 Διακόπτες στάθμης με πλωτό μαγνήτη	102
4.7 Μαγνητικοί δείκτες στάθμης	104
4.8 Μέτρηση στάθμης με πλωτήρα και βαρίδιο	105

4.9 Μέτρηση στάθμης με ποτενσιόμετρο	105
4.10 Χωρητικός αισθητήρας στάθμης	106
4.11 Μέτρηση στάθμης με αισθητήρα αγωγιμότητας	107
4.11.1 Εργαστηριακή εφαρμογή 1: Μέτρηση στάθμης	108
4.12 Μέτρηση στάθμης με υπερήχους	111
4.13 Μέτρηση στάθμης με μικροκύματα	112
4.14 Μέτρηση στάθμης με οπτικούς αισθητήρες	113
4.14.1 Μέτρηση επιπέδων στάθμης με οπτικούς αισθητήρες δέσμης λέιζερ	113
4.14.2 Μέτρηση επιπέδων στάθμης με οπτικούς αισθητήρες διάθλασης	114
4.14.3 Μέτρηση επιπέδων στάθμης με οπτικούς αισθητήρες πρίσματος	114
4.15 Μέτρηση στάθμης με φυσαλίδες	116
4.16 Μέτρηση στάθμης μέσω υδροστατικής πίεσης	116
4.17 Μέτρηση στάθμης με ακτίνες (γ) γάμμα	117
4.18 Ανιχνευτής δονούμενων ακίδων	117
4.19 Μέτρηση στάθμης με συστοιχία θερμών νημάτων	118
4.20 Μέτρηση στάθμης με μαγνητοσυσταλτικό στοιχείο	119
4.21 Ανιχνευτής στάθμης υπέρηχων με διάκενο σωλήνα	119
4.22 Ανιχνευτής θερμικής διάχυσης	119
Ερωτήσεις	120

Κεφάλαιο 5: Μετρήσεις θερμοκρασίας

5.1 Εισαγωγή	121
5.2 Μονάδες μέτρησης θερμοκρασίας	122
5.3 Θερμική σταθερά	122
5.4 Βαθμονόμηση αισθητήρων θερμοκρασίας	123
5.5 Θερμόμετρο με ρευστό	123
5.6 Μεταλλικά θερμόμετρα	124
5.7 Μέτρηση θερμοκρασίας με διμεταλλικά ελάσματα	125
5.8 Ευθύγραμμα διμεταλλικά ελάσματα	125
5.8.1 Ελικοειδή διμεταλλικά ελάσματα	126
5.8.2 Διμεταλλικός θερμοστάτης	127
5.9 Μέτρηση θερμοκρασίας μέσω πίεσης	128
5.10 Μέτρηση θερμοκρασίας μέσω ηλεκτρικής αντίστασης	129
5.10.1 Σύνδεση στοιχείων RTD σε γέφυρα Wheatstone	131
5.10.2 Αισθητήρες θερμοκρασίας PT100	136
5.10.3 Αισθητήρες θερμοκρασίας PT1000	136
5.11 Θερμίστορ	137
5.11.1 Εργαστηριακή Εφαρμογή 1: Ανάπτυξη συστήματος μέτρησης θερμοκρασίας σε πραγματικό χρόνο με στοιχείο θερμίστορ	141
5.11.2 Εργαστηριακή Εφαρμογή 2: Ανάπτυξη κώδικα υπολογισμού συντελεστών Steinhart & Hart για άγνωστο στοιχείο θερμίστορ	142
5.12 Θερμοζεύγος	142
5.12.1 Φαινόμενο Seebeck	142
5.12.2 Τύποι θερμοζευγών	144
5.12.3 Τεχνικές μέτρησης με θερμοζεύγος	146
5.12.3.1 Μέτρηση θερμοκρασίας με δύο θερμικές επαφές	146
5.12.3.2 Μέτρηση θερμοκρασίας με μια θερμική επαφή	149
5.12.3.3 Συστοιχίες κυκλωμάτων θερμοζευγών	151
5.12.4 Αγωγοί επέκτασης και κατασκευαστική δομή θερμοζεύγους	151
5.12.5 Εγκατάσταση θερμοζεύγους και ανάπτυξη συστήματος μέτρησης	155
5.13 Αισθητήρες θερμοκρασίας στερεάς κατάστασης	158
5.13.1 Ολοκληρωμένα κυκλώματα θερμοκρασίας με ψηφιακό ελεγκτή	161
5.13.2 Ολοκληρωμένα κυκλώματα μέτρησης θερμοκρασίας με αναλογικό ελεγκτή	161
5.13.3 Εργαστηριακή Εφαρμογή 3: Ανάπτυξη συστήματος μέτρησης θερμοκρασίας και ελέγχου σε πραγματικό χρόνο με το στοιχείο LM135Z	162
5.14 Θερμόμετρα ακτινοβολίας	162
5.14.1 Υπέρυθρο πυρόμετρο	162
5.14.1.1 Μέθοδος μέτρησης με πυρόμετρο	164
5.14.2 Θερμογράφος	165
5.14.3 Υπερηχητικό Θερμόμετρο	166
5.14.4 Οπτικό πυρόμετρο	166
5.14.5 Πυρόμετρο δύο χρωμάτων	167
Ερωτήσεις	168

Κεφάλαιο 6: Μετρήσεις πυκνότητας και πίεσης

6.1 Εισαγωγή	169
6.2 Πυκνότητα	171
6.2.1 Επαγωγικό πυκνόμετρο	171
6.2.2 Πυκνόμετρο δόνησης	172

6.2.3	Οπτικό πυκνόμετρο	172
6.2.4	Μέτρηση πυκνότητας με τεχνική φουσαλίδων	172
6.3	Υδροστατική πίεση	173
6.4	Αισθητήρες πίεσης	174
6.4.1	Μανόμετρα υειδούς σωλήνα ή τύπου U	174
6.4.2	Μανόμετρα δεξαμενής και κεκλιμένου επιπέδου	176
6.4.3	Μέτρηση πίεσης με διάφραγμα	177
6.4.3.1	Ποτενσιομετρικός μετατροπέας πίεσης	179
6.4.4	Μέτρηση πίεσης με κάψουλες	179
6.4.5	Μέτρηση πίεσης με θαλάμους	180
6.4.6	Μέτρηση πίεσης με σωλήνες Bourdon	180
6.4.7	Μετρητής πίεσης τύπου κώδωνα	183
6.4.8	Μέτρηση πίεσης με χωρητικούς αισθητήρες	184
6.4.9	Επαγωγικός αισθητήρας πίεσης	186
6.4.10	Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες πίεσης	186
6.4.11	Μέτρηση πίεσης με μηκυσιόμετρα	188
6.4.12	Μέτρηση πίεσης με αισθητήρα συντονισμένου αγωγού	190
6.4.13	Μέτρηση πίεσης με πιεζοαντιστάσεις	190
6.4.14	Μέτρηση πίεσης με οπτικούς αισθητήρες	191
6.4.15	Μέτρηση πίεσης με αισθητήρες μαγνητικής ροής	192
6.4.16	Μέτρηση πίεσης με θερμό έλασμα	193
6.4.17	Μανόμετρο McLeod	193
6.4.18	Μανόμετρο ιονισμού μέτρησης υψηλού κενού	194
6.4.19	Μανόμετρο Bayard-Alpert μέτρησης πολύ υψηλού κενού	194
6.5	Βαρόμετρα	195
6.5.1	Βαρόμετρο υδραργύρου	195
6.5.2	Μεταλλικό βαρόμετρο	195
	Ερωτήσεις	196

Κεφάλαιο 7: Μετρήσεις ροής

7.1	Εισαγωγή	197
7.1.1	Αριθμός Reynolds	198
7.1.2	Προφίλ ταχύτητας ρευστού	198
7.1.3	Όργανα μέτρησης ροής	199
7.2	Μέτρηση ογκομετρικής παροχής με διαφορά πίεσης	200
7.3	Μετρητής στομίου εκροής	201
7.4	Μετρητής με σωλήνα Venturi	202
7.5	Μετρητής τύπου ακροφυσίου	204
7.6	Μετρητής ακροφυσίου Venturi	204
7.7	Μετρητής καμπυλωτού σωλήνα	204
7.8	Σωλήνας Pitot	205
7.9	Στατικός σωλήνας pitot	205
7.10	Ροόμετρο μεταβλητής διατομής (rotameter)	207
7.11	Ροόμετρο ογκομετρικής μετατόπισης	208
7.12	Ροόμετρο στροβίλου	210
7.13	Ηλεκτρομαγνητικά ροόμετρα	211
7.14	Ροόμετρα Vortex	213
7.15	Υπερηχητικό ροόμετρο Doppler	214
7.16	Ροόμετρο υπερηχητικού χρόνου διέλευσης	215
7.17	Ανεμόμετρα	216
7.17.1	Σύστημα γέφυρας ανεμομέτρου σταθερού ρεύματος	219
7.17.2	Σύστημα γέφυρας ανεμομέτρου σταθερής θερμοκρασίας	219
7.18	Ροόμετρο Coriolis	219
7.19	Μέτρηση ροής με περιστρεφόμενο μαγνήτη	220
7.20	Ροόμετρο θερμοδομετρικής μεταβολής	221
7.21	Ροόμετρο μηχανικού πτερυγίου	222
7.22	Μετρητής προπέλας	222
7.23	Μετρητής εμβόλου	223
7.24	Αισθητήρας μάζας ροής αέρα	223
7.24.1	Αισθητήρας μάζας ροής αέρα θερμού νήματος	223
7.24.2	Αισθητήρας μάζας ροής αέρα ποτενσιομετρικού δείκτη	224
7.24.3	Αισθητήρας μάζας αέρα τύπου Karmen	224
7.25	Ανιχνευτές ροής	225
7.25.1	Οπτοηλεκτρικός ανιχνευτής	225
7.25.2	Θερμικός ανιχνευτής	226
	Ερωτήσεις	226

Κεφάλαιο 8: Μετρήσεις ταχύτητας και επιτάχυνσης

8.1 Εισαγωγή	227
8.2 Στροβοσκόπιο	228
8.3 Ταχογεννήτριες	228
8.3.1 Ταχογεννήτριες συνεχούς ρεύματος	228
8.3.2 Ταχογεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος	229
8.3.3 Ταχογεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος 3 φάσεων	229
8.4 Γυροσκόπια	230
8.4.1 Οπτικά γυροσκόπια	231
8.5 Επιταχυνσιόμετρα	231
8.5.1 Μηχανικό μοντέλο επιταχυνσιόμετρου	231
8.5.2 Χωρητικό επιταχυνσιόμετρο	234
8.5.3 Επιταχυνσιόμετρα πιεζοαντίστασης	234
8.5.4 Πιεζοηλεκτρικά Επιταχυνσιόμετρα	234
8.5.5 Επιταχυνσιόμετρα θερμοστήλης	236
8.5.6 Επιταχυνσιόμετρα θερμαινόμενου αερίου	236
8.5.7 Οπτικός αισθητήρας επιτάχυνσης	237
8.6 Ταχυμετρία απεικόνισης σωματιδίων (PIV)	237
8.6.1 Τεχνική μέτρησης PIV	237
8.7 Ανεμομετρία Doppler	239
8.7.1 Τεχνική μέτρησης με ανεμόμετρο Doppler δυο ακτίνων	239
8.7.2 Τεχνική μέτρησης με ανεμόμετρο Doppler τύπου ακτίνας αναφοράς	240
8.8 Μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου	241
8.8.1 Ανεμόμετρο κυπέλλων	241
8.8.2 Ανεμόμετρο με φτερωτή	241
8.8.3 Ανεμόμετρο θερμού νήματος	242
8.8.4 Ηχητικά ανεμόμετρα	242
Ερωτήσεις	242

Κεφάλαιο 9: Μετρήσεις δύναμης και ροπής

9.1 Εισαγωγή	243
9.2 Μέτρηση δύναμης με δυναμοκυψέλες	244
9.2.1 Κυψέλες φορτίου	244
9.2.1.1 Κυψέλες φορτίου τύπου συνδέσμου	245
9.2.1.2 Κυψέλες φορτίου τύπου δοκού κάμψης	246
9.2.1.3 Κυψέλη φορτίου τύπου δακτυλίου	249
9.2.1.4 Κυψέλη φορτίου δακτυλίου με στοιχείο LVDT	249
9.2.1.5 Κυψέλη φορτίου δακτυλίου με απόλυτο κωδικοποιητή	251
9.2.1.6 Κυψέλη φορτίου τύπου S	251
9.2.1.7 Κυψέλη διατμητικής τάσης φορτίου	251
9.2.1.8 Κυψέλη φορτίου συμπίεσης	251
9.2.1.9 Συνδεσμολογία κυψέλης φορτίου	251
9.2.1.10 Σφάλματα απόκτησης και μεθοδολογίες αντιστάθμισης της τάσης μετατόπισης με δυναμοκυψέλη	251
9.2.1.11 Αντιστάθμιση μέσω λογισμικού	253
9.2.1.12 Αντιστάθμιση μέσω κυκλώματος μηδενισμού	253
9.2.1.13 Αντιστάθμιση μέσω ενισχυτή μηδενισμού	253
9.2.1.14 Μονάδες σύνδεσης γεφυρών και βελτίωσης σήματος δυναμοκυψελών	253
9.2.1.15 Παραδείγματα εφαρμογής δυναμοκυψελών της εταιρείας FUTEK	254
9.3 Πνευματικά δυναμόμετρα	256
9.4 Υδραυλικά δυναμόμετρα	256
9.5 Έξυπνα δυναμόμετρα	256
9.6 Όργανα μέτρησης ισορροπίας μάζας (Ζύγιση)	257
9.6.1 Ζυγός	257
9.6.2 Δοκός βάρους	257
9.6.3 Κλιμακωτό Εκκρεμές	258
9.6.4 Ηλεκτρομαγνητικός Ζυγός	258
9.7 Μέτρηση δύναμης μέσω δονούμενου αγωγού	259
9.8 Αισθητήρες μέτρησης δύναμης με πιεζοκρύσταλλους	259
9.8.1 Πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας δύναμης τύπου τάσης	261
9.8.2 Τύποι πιεζοκρυστάλλων μέτρησης δύναμης	261
9.8.2.1 Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες δύναμης γενικής χρήσης	261
9.8.2.2 Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες δύναμης τύπου διάτρησης	261
9.8.2.3 Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες δύναμης τύπου μινιατούρας	261
9.8.2.4 Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες δύναμης τύπου κρούσης	261
9.8.2.5 Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες δύναμης τύπου δακτυλίου	262
9.8.2.6 Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες δύναμης τύπου συνδέσμου	262
9.8.2.7 Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες δύναμης τύπου πολλαπλών συνιστωσών	262
9.9 Μέτρηση ροπής	262

9.9.1 Μέτρηση ροπής σε περιστρεφόμενο άξονα με συλλέκτη δακτυλίου	264
9.9.2 Μέτρηση ροπής σε περιστρεφόμενο άξονα με εναλλασσόμενη σύζευξη	264
9.9.3 Μέτρηση ροπής σε περιστρεφόμενο άξονα με τηλεμετρία	264
9.10 Οπτική διάταξη μέτρησης ροπής	265
9.11 Διάταξη μέτρησης ροπής με οδοντωτούς μαγνητικούς τροχούς	266
9.12 Διάταξη μέτρησης ροπής με οπτικούς δίσκους	266
9.13 Μέτρηση ροπής με πέδηση Prony	266
9.14 Μέτρηση ροπής με μαγνητοσυστολικά στοιχεία	267
9.15 Εργαστηριακές Εφαρμογές	268
Ερωτήσεις	268

Κεφάλαιο 10: Μετρήσεις μαγνητικών πεδίων

10.1 Εισαγωγή	269
10.2 Μαγνητικές ιδιότητες υλικών	270
10.2.1 Διαμαγνητικά υλικά	271
10.2.2 Παραμαγνητικά υλικά	271
10.2.3 Σιδηρομαγνητικά υλικά	271
10.2.4 Βρόχος υστέρησης	272
10.3 Μαγνητικοί αισθητήρες	273
10.3.1 Πηνίο ανίχνευσης	273
10.3.2 Μαγνητόμετρο πύλης ροής	274
10.3.3α Ατομικά μαγνητόμετρα	275
10.3.3β Αισθητήρες φαινομένου Hall	275
10.3.4 Εργαστηριακή Εφαρμογή 1: Μέτρησης στροφών κινητήρα DC	279
10.3.5 Μαγνητοαντίσταση	279
10.3.5.1 Ανισοτροπική μαγνητοαντίσταση	280
10.3.5.2 Γιγάντιες μαγνητοαντιστάσεις	281
10.3.5.3 Μαγνητοαντιστάσεις Τούνελ	281
10.3.6 Μαγνητοδίοδος	282
10.3.7 Μαγνητοτρανζίστορ	282
10.3.8 Οπτικό μαγνητόμετρο	282
10.3.9 Αισθητήρας SQUID	283
10.3.9.1 Αισθητήρας DC SQUID	284
10.3.10 Μαγνητόμετρο οπτικής άντλησης	285
10.3.11 Μαγνητοοπτικός αισθητήρας	285
Ερωτήσεις	286

Κεφάλαιο 11: Μετρήσεις ασθενών και υψηλών ρευμάτων

11.1 Εισαγωγή	287
11.2 Αντίσταση διακλάδωσης	288
11.2.1 Αντίσταση διακλάδωσης σε σύνδεση αναφοράς ως προς τη γείωση	290
11.2.2 Αντίσταση διακλάδωσης με διαφορική σύνδεση	290
11.2.3 Εργαστηριακή Εφαρμογή 1: Υλοποίηση κυκλώματος ελέγχου ρεύματος σε κινητήρα DC	292
11.2.4 Εργαστηριακή Εφαρμογή 2: Μέτρηση ρεύματος σε κινητήρα συνεχούς	292
11.3 Μέτρηση έντασης μέσω μετασχηματιστή	293
11.4 Διατάξεις μέτρησης για συστήματα διαχείρισης ενέργειας	294
11.5 Στοιχείο πηνίου Rogowski	294
11.6 Μέτρηση ρεύματος με αισθητήρα φαινομένου Hall	296
11.7 Οπτική διάταξη μέτρησης υπερυψηλών εντάσεων	298
Ερωτήσεις	300

Κεφάλαιο 12: Αισθητήρες αφής

12.1 Εισαγωγή	301
12.2 Αισθητήρας αφής με μεμβράνη	302
12.3 Αισθητήρες τύπου πίνακα	302
12.4 Αισθητήρες μεταβλητής αντίστασης	302
12.5 Αισθητήρας κινούμενης ράβδου	304
12.6 Αισθητήρας φωτοανίχνευσης	305
12.7 Αισθητήρας αγωγίμου ελαστικού	306
12.8 Πνευματικοί αισθητήρες αφής	307
12.9 Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες αφής	307
12.10 Υβριδικοί αισθητήρες αφής	308
12.11 Αισθητήρες αφής VLSI	309
12.12 Οπτικοί αισθητήρες αφής	309
12.13 Αισθητήρες κάμψης	310
Ερωτήσεις	310

Κεφάλαιο 13: Μετρήσεις οπτικών μεγεθών

13.1 Εισαγωγή	311
13.2 Θεμελιώδη μεγέθη φωτομετρίας	311
13.3 Πηγές φωτός	314
13.3.1 Λαμπτήρας πυρακτώσεως	314
13.3.2 Λαμπτήρας αλογόνου	314
13.3.3 Λαμπτήρας φθορισμού	314
13.3.4 Δίοδος εκπομπής φωτός	315
13.3.5 Ταινία διόδων εκπομπής φωτός	316
13.4 Αισθητήρες φωτός	316
13.5 Ανιχνευτές φωτονίων	316
13.5.1 Φωτοαντίσταση	316
13.5.2 Φωτοδίοδος	318
13.5.2.1 Φωτοβολταϊκή λειτουργία φωτοδίοδου	319
13.5.2.2 Φωτοαγωγίμη λειτουργία δίοδου	320
13.5.3 Φωτοτρανζίστορ	320
13.5.4 Φωτοβολταϊκό στοιχείο	321
13.5.5 Φωτοβολταϊκά λεπτού υμένα	322
13.5.6 Φωτοβολταϊκό πλαίσιο	322
13.5.7 Φωτοβολταϊκό πάνελ	322
13.6 Θερμικοί ανιχνευτές	322
13.6.1 Στοιχείο Golay	322
13.6.2 Θερμοηλεκτρικοί ανιχνευτές	323
13.6.2.1 Πυρανόμετρο	324
13.6.2.2 Πυρανόμετρο πυριτίου	325
13.6.3 Ημιαγωγικοί θερμοηλεκτρικοί ανιχνευτές	325
13.6.4 Πυροηλεκτρικοί αισθητήρες	326
13.6.5 Μπλόμετρα	326
13.6.6 Φωτοηλεκτρικός ανιχνευτής φλόγας	328
13.6.7 Υπέρυθρος ενεργός αισθητήρας	329
13.6.8 Αισθητήρας PAR	330
13.6.9 Πυργιόμετρο	330
13.6.9.1 Όργανο μέτρησης της καθαρής (NET) ακτινοβολίας	331
13.6.10 Ψυχροί ανιχνευτές	333
13.6.11 Διατάξεις συζευγμένων φορτίων (CCD)	334
Ερωτήσεις	336

Κεφάλαιο 14: Μετρήσεις ακουστικών μεγεθών

14.1 Εισαγωγή	337
14.2 Χαρακτηριστικά ηχητικών κυμάτων	337
14.3 Ανηχοϊκοί θάλαμοι	341
14.4 Ακουστικοί αισθητήρες	341
14.4.1 Υδρόφωνο	342
14.4.2 Μικρόφωνο ΑΑνθρακα	342
14.4.3 Δυναμικό μικρόφωνο	342
14.4.4 Μικρόφωνο ταινίας	343
14.4.5 Πυκνωτικό μικρόφωνο	343
14.4.6 Μικρόφωνο ηλεκτρίτη	345
14.4.7 Πιεζοηλεκτρικό μικρόφωνο	346
14.4.8 Πιεζοηλεκτρική ταινία	346
14.4.9 Μικρόφωνο οπτικών ινών	347
14.4.10 Αισθητήρας επιφανειακών κυμάτων	347
14.4.11 Αισθητήρας κυμάτων καμπτικής πλάκας	347
14.4.12 Probe δύο μικροφώνων	348
14.5 Θόρυβος	349
14.5.1 Ισοακουστικές καμπύλες	351
14.5.2 Φίλτρα στάθμισης καμπυλών ήχου	351
14.6 Όργανα μέτρησης θορύβου	352
14.6.1 Ηχώμετρο	352
14.6.2 Όργανο μέτρησης των ηχητικών δονήσεων	352
14.6.3 Συσκευές αποτίμησης της έκθεσης σε ηχητική ρύπανση	352
14.6.4 Ηχοδοσίμετρο	354
14.6.5 Τεχνικά προβλήματα κατά τις μετρήσεις θορύβων	354
14.7 Ηχοεντοπιστικά συστήματα	354
14.7.1 Ακουστικός υποθαλάσσιος μεταδότης	354
14.7.2 Σόναρ	355
14.7.3 Ηχοσημαντήρας	355
14.8 Εργαστηριακή Εφαρμογή 1: Καταγραφή και επεξεργασία ήχου μέσω υπολογιστικών διατάξεων	356

14.9 Εργαστηριακή Εφαρμογή 2: Ακουστική ποτηριών	356
Ερωτήσεις	356

Κεφάλαιο 15: Μετρήσεις ιονίζουσας ακτινοβολίας

15.1 Εισαγωγή	357
15.2 Σπινθηριστής	358
15.3 Φωτοπολλαπλασιαστής καναλιού	360
15.4 Ανιχνευτές ιονισμού	360
15.4.1 Θάλαμος ιονισμού	360
15.4.2 Αναλογικός θάλαμος ιονισμού	361
15.4.3 Μετρητής Geiger-Möller	361
15.4.4 Θάλαμος ολίσθησης	362
15.5 Ανιχνευτές ημιαγωγών	362
15.6 Σωλήνας παραγωγής ακτίνων Χ	363

Κεφάλαιο 16: Μετρήσεις χημικών μεγεθών

16.1 Εισαγωγή	365
16.2 Χαρακτηριστικά χημικών αισθητήρων	365
16.2.1 Άμεσοι χημικοί αισθητήρες	366
16.2.2 Έμμεσοι χημικοί αισθητήρες	366
16.3 Αισθητήρες μέτρησης οξειδοαναγωγής (ORP)	366
16.4 Χημικοί αισθητήρες μεταλλικού οξειδίου	367
16.4.1 Εμπορικοί τύποι αισθητήρων μεταλλικού οξειδίου	368
16.5 Χημικό FET (chemFET)	368
16.6 Ηλεκτροχημικοί αισθητήρες	368
16.7 Χημικοί αισθητήρες θερμικού φαινομένου	370
16.7.1 Αισθητήρας Pellistor	370
16.8 Ηλεκτροχημικοί αισθητήρες αερίων	371
16.8.1 Εμπορικοί τύποι ηλεκτροχημικών αισθητήρων αερίου	371
16.9 Αισθητήρες μέτρησης διαλυτού οξυγόνου	372
16.9.1 Πολαρογραφικό ηλεκτρόδιο O ₂ τύπου Clark	372
16.9.2 Γαλβανικοί αισθητήρες μέτρησης διαλυτού οξυγόνου	372
16.10 Αισθητήρες οξυγόνου οξειδίων ζirkονίου (ZrO ₂)	373
16.11 Παραμαγνητικός αισθητήρας οξυγόνου	374
16.12 Οπτικοί χημικοί αισθητήρες	374
16.12.1 Οπτικός αισθητήρας CO ₂	374
16.13 Χημικοί αισθητήρες οπτικής ίνας	375
16.14 Φασματογράφος μάζας	375
16.14.1 Φασματογράφος χρόνου – πτήσης	376
16.15 Υπέρυθη φασματογραφία για ανίχνευση CO ₂	377
16.16 Τετραπολικός φασματογράφος μαζών	378
16.17 Κυψέλη Βολταμετρίας	378
16.18 Αέριος Χρωματογράφος	379
16.19 Υγρός χρωματογράφος υψηλής πίεσης	380

Κεφάλαιο 17: Μετρήσεις βιοϊατρικών μεγεθών

17.1 Εισαγωγή	381
17.2 Η αρχή της ποτενσιομετρίας	382
17.3 Ηλεκτρόδια λήψης βιοσημάτων	382
17.3.1 Ηλεκτρόδια επαφής	382
17.3.1.1 Ηλεκτρόδιο επαφής περίδεσης	382
17.3.1.2 Ηλεκτρόδιο βεντούζας απορρόφησης	383
17.3.1.3 Ηλεκτρόδιο επαφής Ag/AgCl	383
17.3.2 Ενδοσωματικά ηλεκτρόδια	383
17.3.2.1 Ηλεκτρόδιο βελόνης	383
17.3.2.2 Ενδοσωματικά ηλεκτρόδια καθετήρα	383
17.3.2.3 Μικροηλεκτρόδια	383
17.3.2.4 Γυάλινο / μεταλλικό μικροηλεκτρόδιο	384
17.3.2.5 Μικροηλεκτρόδιο εμπλουτισμένου υγρού	384
17.3.2.6 Ηλεκτρόδιο αναφοράς	384
17.4 Μέθοδος καθήλωσης τάσης	384
17.5 Φωτοχρωματομετρία	385
17.5.1 Μέτρηση επιπέδου διοξειδίου του άνθρακα στο αναπνευστικό σύστημα	387
17.5.2 Μέτρηση ηλεκτρολυτών	387
17.6 Φωτοπληθυσμογράφημα (PPG)	388
17.6.1 Μέτρηση οξυγόνου αίματος μέσω φωτοπληθυσμογραφήματος	389
17.7 Μέτρηση καρδιακής παροχής με θερμοαραίωση	390

17.8 Τεχνική δοκιμής καταπόνησης βιολογικών βαλβίδων καρδιάς	391
17.9 Υπέρηχος απεικόνιση	392
17.10 Ηχοκαρδιογράφος	393
17.11 Λογισμικά μετρήσεων βιοϊατρικών μεγεθών	393
17.12 Εργαστηριακή Εφαρμογή 1: Ανάπτυξη πειραματικής διάταξης ελέγχου μηχανικής παλάμης μέσω μέτρησης βιοδυναμικών μύς χεριού	394
Ερωτήσεις	394

Κεφάλαιο 18: Αισθητήρες διαφόρων φυσικών μεγεθών

18.1 Μέτρηση της οξύτητας σε υγρό μέσο με χρήση pHμετρου	395
18.1.1 Ορισμός της οξύτητας (pH)	395
18.1.2 Ποτενσιομετρικός προσδιορισμός του pH	395
18.1.3 Ηλεκτρόδια μέτρησης του pH	396
18.2 Μέτρηση της υγρασίας σε αέρια και στερεά μέσα	397
18.2.1 Μέτρηση της υγρασίας σε αέρια μέσα	398
18.2.1.1 Αισθητήρες μεταβλητής χωρητικότητας	398
18.2.1.2 Αισθητήρες μεταβλητής αντίστασης	398
18.2.2 Μέτρηση της υγρασίας σε στερεά μέσα	398
18.2.2.1 Αισθητήρες μικροκυμάτων	398
18.2.2.2 Ωμικοί αισθητήρες (κύβιοι γύψου ή πορώδους υλικού)	399
18.2.2.3 Αισθητήρες μέτρησης της χωρητικότητας	399
18.2.2.4 Αισθητήρες χρόνου ανάκλασης	399
18.2.2.5 Αισθητήρας σκέδασης θερμότητας	399
18.3 Τενσιόμετρο	400
18.4 Αγωγιμόμετρο	401
18.5 Μέτρηση του ιξώδους σε υγρό μέσο	402
18.6 Μέτρηση της συγκέντρωσης ιόντων σε υγρό μέσο με χρήση ιοντοεκλεκτικών αισθητήρων	403
18.6.1 Αισθητήρες ISE και ELIT ISE	403
18.6.2 Αισθητήρες ISFET	404
18.7 Αισθητήρες μέτρησης της συγκέντρωσης του CO ₂ σε αέριο περιβάλλον	404
18.7.1 Αισθητήρες NDIR και DIR	405
18.8 Αισθητήρες μέτρησης της συγκέντρωσης αερίων	406
18.8.1 Αισθητήρας φωτοϊονισμού	406
18.9 Μέτρηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη με αισθητήρες φθορισμού	407
18.10 Αισθητήρας ανίχνευσης φυσαλίδων	408

Κεφάλαιο 19: Έξυπνοι αισθητήρες και πρότυπα μεταφοράς δεδομένων

19.1 Εισαγωγή στους έξυπνους αισθητήρες	409
19.2 Λειτουργίες έξυπνων αισθητήρων	410
19.2.1 Λειτουργία ελέγχου διέγερσης	411
19.2.2 Λειτουργία προσαρμογής σήματος	411
19.2.3 Λειτουργία αυτοβαθμονόμησης	411
19.2.4 Λειτουργία επιτήρησης – παρακολούθησης	412
19.3 Πρότυπα επικοινωνίας έξυπνων αισθητήρων	412
19.3.1 Το πρότυπο IEEE 1451.0	413
19.3.2 Το πρότυπο IEEE 1451.1	413
19.3.3 Το πρότυπο IEEE 1451.2	413
19.3.4 Το πρότυπο IEEE 1451.3	415
19.3.5 Το πρότυπο IEEE 1451.4	416
19.3.6 Το πρότυπο IEEE 1451.5	419
19.3.7 Το πρότυπο IEEE 1451.6	419
19.4 Πρότυπα μεταφοράς δεδομένων συσκευών	419
19.4.1 Το πρότυπο RS-232	419
19.4.2 Το πρότυπο RS-422	424
19.4.3 Το πρότυπο RS-485	424
19.4.4 Το πρότυπο I2C	424
19.4.5 Το πρότυπο SPI	426
19.4.6 Το πρότυπο CAN-bus	427
19.4.7 Το πρότυπο USB	427
19.4.8 Το πρότυπο GPIB (IEEE-488)	428
19.4.9 Το πρότυπο FireWire (IEEE-1394)	431
19.4.10 Το πρότυπο 1-Wire	432
19.4.11 Εργαστηριακή Εφαρμογή 1 : Προγραμματισμός LabVIEW για πρότυπο RS-232	432
19.4.12 Ο βρόχος 4-20mA	435
19.4.13 Το πρότυπο AS-I	436
19.4.14 Δίκτυο Profibus	436
19.5 Αισθητήρες Zigbee	437
Ερωτήσεις	437

Κεφάλαιο 20: Διατάξεις τελεστικών ενισχυτών για συστήματα μετρήσεων

20.1 Τελεστικοί ενισχυτές	439
20.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά τελεστικών ενισχυτών	440
20.3 Μονοπολική τροφοδοσία τελεστικών ενισχυτών	446
20.3.1 Εικονική γη	446
20.4 Διατάξεις τελεστικών ενισχυτών	448
20.4.1 Αναστρέφων τελεστικός ενισχυτής	448
20.4.2 Μη αναστρέφων τελεστικός ενισχυτής	449
20.4.3 Τελεστικός ενισχυτής σήματος βίντεο	450
20.4.4 Τελεστικός ενισχυτής ως ακόλουθος τάσης	450
20.4.5 Ακόλουθος τάσης κορυφής	451
20.4.6 Τελεστικός ενισχυτής ως αθροιστής	452
20.4.7 Τελεστικός ενισχυτής μέσης τιμής	452
20.4.8 Τελεστικός ενισχυτής διαφοράς	454
20.4.9 Τελεστικός ενισχυτής ως συγκριτής με εισαγωγή υστέρησης	454
20.4.10 Διάταξη τελεστικού ως συγκριτή θετικής & αρνητικής τάσης αναφοράς	458
20.4.11 Διάταξη τελεστικού ενισχυτή ως ανιχνευτή διέλευσης από το μηδέν	458
20.4.12 Τελεστικός ενισχυτής ως ολοκληρωτής	459
20.4.13 Τελεστικός ενισχυτής ως διαφοριστής	461
20.4.14 Λογαριθμικός τελεστικός ενισχυτής	461
20.4.15 Αντιλογαριθμικός τελεστικός ενισχυτής	462
20.4.16 Τελεστικός ενισχυτής ως συντονιστής	463
20.4.17 Τελεστικός ενισχυτής γέφυρας	463
20.4.18 Τελεστικός ενισχυτής απόλυτης τιμής	464
20.4.19 Τελεστικός ενισχυτής σε διάταξη ενεργού φίλτρου	465
Ερωτήσεις	470

Κεφάλαιο 21: Διατάξεις ενισχυτών για συστήματα μετρήσεων

21.1 Ενισχυτές σήματος	471
21.2 Ενισχυτής οργανολογίας	471
21.2.1 Χαρακτηριστικά ενισχυτή οργανολογίας	472
21.2.1.1 Λόγος απόρριψης κοινών σημάτων	472
21.2.1.2 Λόγος απόρριψης κοινών εναλλασσόμενων σημάτων	473
21.2.1.3 Σφάλμα με αναφορά εισόδου	473
21.2.1.4 Σφάλμα με αναφορά εξόδου	473
21.2.1.5 Χρόνος αποκατάστασης	474
21.2.1.6 Κλίμακα κέρδους (Περιοχή τιμών κέρδους)	474
21.2.1.7 Σφάλμα κέρδους	474
21.2.1.8 Ρεύμα ηρεμίας	474
21.2.1.9 Κλίμακα τάσης λειτουργίας	474
21.2.1.10 Μέγιστο σφάλμα μη γραμμικότητας	474
21.2.1.11 Λόγος απόρριψης τάσης τροφοδοσίας	475
21.2.2 Σύνδεση στοιχείων μετασχηματιστή, θερμοζεύγους και χωρητικότητας σε ενισχυτή οργανολογίας	475
21.3 Τύποι ενισχυτών οργανολογίας	476
21.3.1 Ενισχυτής οργανολογίας δύο τελεστικών ενισχυτών	476
21.3.2 Ενισχυτής οργανολογίας τριών τελεστικών ενισχυτών	477
21.4 Ενισχυτές απομόνωσης	480
21.4.1 Ενισχυτές απομόνωσης δύο και τριών τμημάτων	480
21.4.2 Ενισχυτής απομόνωσης μέσω ηλεκτρομαγνητικής σύζευξης	483
21.4.3 Ενισχυτής απομόνωσης μέσω οπτικής σύζευξης	483
21.4.4 Ενισχυτής απομόνωσης μέσω χωρητικής σύζευξης	483
21.5 Κάρτες με ενισχυτές αναλογικής και ψηφιακής απομόνωσης	483
21.6 Ενισχυτής κατάτμησης	486
21.7 Ενισχυτής κατάτμησης σταθερής σύνδεσης εισόδου/εξόδου	486
21.8 Ενισχυτές με προγραμματιζόμενο κέρδος	487
21.8.1 Ενισχυτής μεταβλητού κέρδους ελεγχόμενος από τάση	487
21.8.2 Ενισχυτής ψηφιακά ελεγχόμενου κέρδους	487
21.8.3 Ενισχυτής προγραμματιζόμενου κέρδους	488
21.8.4 Προγραμματιζόμενος ενισχυτής οργανολογίας	489
21.9 Ενισχυτής αυτόματου κέρδους	491
Ερωτήσεις	491

Κεφάλαιο 22: Διατάξεις πολυπλεξίας και δειγματοληψίας σε συστήματα απόκτησης δεδομένων

22.1 Η έννοια της πολυπλεξίας	493
22.2 Λογικοί πολυπλέκτες και αποπολυπλέκτες	494
22.3 Αναλογικοί πολυπλέκτες και αποπολυπλέκτες	497
22.4 Διακόπτες στερεάς κατάστασης	497

22.4.1 Εργαστηριακή Εφαρμογή 1: Ανάπτυξη συστήματος απεικόνισης στάθμης 4 επιπέδων σε δεξαμενή ρευστού	500
22.4.2 Πηγές σφαλμάτων στους διακόπτες CMOS	502
22.4.3 Μέθοδοι προστασίας διακοπών CMOS	505
22.4.4 Ειδικές περιπτώσεις ηλεκτρονικών διακοπών	505
22.4.5 Χρήσεις ηλεκτρονικών διακοπών σε προγραμματιζόμενους ενισχυτές σήματος	506
22.5 Κύκλωμα δειγματοληψίας και συγκράτησης	506
22.5.1 Διάταξη δειγματοληψίας/συγκράτησης με ακόλουθο ανοικτού βρόχου σε συνδεσμολογία σειράς	508
22.5.2 Διάταξη δειγματοληψίας/συγκράτησης με ακόλουθο κλειστού βρόχου σε συνδεσμολογία σειράς	509
22.5.3 Διάταξη δειγματοληψίας / συγκράτησης με ολοκληρωτή κλειστού βρόχου	511
22.5.4 Κύκλωμα δειγματοληψίας/συγκράτησης ανοικτού βρόχου με γέφυρα διόδων	511
22.6 Σφάλματα μετάβασης καταστάσεων	511
22.6.1 Σφάλματα κατά τη μετάβαση από την κατάσταση συγκράτησης σε κατάσταση δειγματοληψία	511
22.6.1.1 Χρόνος απόκτησης	511
22.6.1.2 Χρόνος αποκατάστασης δειγματοληψίας	511
22.6.2 Σφάλματα κατά τη χρονική διάρκεια της δειγματοληψίας	512
22.6.2.1 Μη γραμμική απολαβή	512
22.6.2.2 Σφάλμα μετατόπισης από ολίσθηση θερμοκρασίας	512
22.6.3 Σφάλματα κατά τη μετάβαση από την κατάσταση δειγματοληψίας στην κατάσταση συγκράτησης	512
22.6.3.1 Χρονική καθυστέρηση ανοίγματος	512
22.6.3.2 Διακύμανση κατάστασης ανοίγματος	512
22.6.4 Σφάλματα κατά την κατάσταση συγκράτησης	513
22.6.4.1 Επίδραση της διηλεκτρικής μεταβολής	513
22.6.4.2 Σφάλμα διοχέτευσης	513
22.6.4.3 Σφάλμα πτώσης	513
22.7 Ταυτόχρονη δειγματοληψία	514
22.7.1 Διατάξεις ταυτόχρονης δειγματοληψίας	514
22.7.2 Διατάξεις πολλαπλών μετατροπών ADC	515
22.7.3 Εργαστηριακή Εφαρμογή 2: Προσομοίωση κυκλώματος δειγματοληψίας & συγκράτησης	516
Ερωτήσεις	516

Κεφάλαιο 23: Μετατροπείς ADC και DAC

23.1 Μετατροπέας από αναλογικό σε ψηφιακό	517
23.2 Δειγματοληψία	517
23.3 Υπολογισμός συχνοτήτων αναδίπλωσης	520
23.3.1 Γραφικός υπολογισμός συχνοτήτων αναδίπλωσης	520
23.3.2 Υπολογιστική μέθοδος αναδιπλωμένων συχνοτήτων	520
23.4 Κβαντοποίηση	528
23.5 Κωδικοποίηση	528
23.6 Χαρακτηριστικά μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό	528
23.6.1 Ακρίβεια	528
23.6.2 Ανάλυση	529
23.6.3 Πεδίο τιμών	529
23.6.4 Κέρδος	530
23.6.5 Διακριτική ικανότητα	530
23.6.6 Σφάλμα κβαντοποίησης	532
23.6.7 Σφάλμα μετατόπισης	536
23.6.8 Σφάλμα κέρδους	536
23.6.8.1 Σφάλμα πλήρους κλίμακας	536
23.6.9 Διαφορική μη γραμμικότητα	538
23.6.10 Ολοκληρωτική μη γραμμικότητα	538
23.6.11 Ρυθμός μετατροπής	539
23.6.12 Σφάλμα τάσης αναφοράς	539
23.6.13 Κλίση θερμοκρασίας	540
23.6.14 Δυναμική απόδοση μετατροπέα ADC	540
23.6.15 Συνολική αρμονική παραμόρφωση	540
23.6.16 Λόγος σήματος προς θόρυβο	541
23.6.17 Λόγος σήματος προς θόρυβο και παραμόρφωσης	541
23.6.18 Κατασκευάστριες εταιρίες μετατροπών ADC	541
23.7 Αναπαράσταση αρνητικών αριθμών στο δυαδικό σύστημα	541
23.7.1 Πρόσημο και μέτρο	541
23.7.2 Συμπλήρωμα ως προς 1	542
23.7.3 Συμπλήρωμα ως προς 2	542
23.8 Τύποι μετατροπών αναλογικού σε ψηφιακό	543
23.8.1 Μετατροπέας αναλογικού σε ψηφιακό τύπου Flash	543
23.8.2 Μετατροπέας αναλογικού σε ψηφιακό, τύπου ψηφιακής ράμπας	544
23.8.3 Μετατροπέας αναλογικού σε ψηφιακό τύπου διαδοχικής προσέγγισης	544
23.8.4 Μετατροπέας αναλογικού σε ψηφιακό τύπου συνεχούς πορείας	545
23.8.5 Μετατροπέας αναλογικού σε ψηφιακό τύπου κλίσης (Slope)	545
23.8.6 Μετατροπέας αναλογικού σε ψηφιακό τύπου Δέλτα - Σίγμα	546

23.8.7 Μετατροπές χωρητικότητας σε ψηφιακό (CDC)	546
23.9 Μετατροπές από ψηφιακό σε αναλογικό	548
23.9.1 Μετατροπές ψηφιακού σε αναλογικό τύπου δυαδικής κλίμακας R / (2n R)	548
23.9.2 Μετατροπές ψηφιακού σε αναλογικό με δικτύωμα σκάλας τάσης R/2R	550
23.9.3 Μετατροπές ψηφιακού σε αναλογικό με δικτύωμα σκάλας R/2R λειτουργίας ρεύματος	550
23.9.4 Το ολοκληρωμένο AD7819	553
23.9.5 Το ολοκληρωμένο AD7792/AD7793	554
Ερωτήσεις	556

Κεφάλαιο 24: Τεχνικές και διατάξεις προσαρμογής σημάτων

24.1 Εισαγωγή	557
24.2 Μέθοδοι προσαρμογής σήματος	557
24.2.1 Ενίσχυση	558
24.2.2 Φιλτράρισμα	558
24.2.3 Εξασθένηση	558
24.2.4 Διέγερση	558
24.2.5 Απομόνωση	558
24.2.6 Αντιστάθμιση ψυχρής επαφής	558
24.2.7 Διασύνδεση μέσω γέφυρας	558
24.2.8 Γραμμικοποίηση	558
24.3 Διατάξεις πηγών τάσης και ρεύματος	559
24.3.1 Σταθερή πηγή τάσης	559
24.3.2 Σταθερή πηγή ρεύματος	559
24.3.3 Διαιρέτης πηγής τάσης	560
24.3.4 Διαιρέτης πηγής ρεύματος	561
24.4 Διατάξεις σταθεροποιητών τάσης	561
24.4.1 Δίοδος Ζένερ	561
24.4.2 Σταθεροποιητές τάσης ολοκληρωμένης μορφής	562
24.4.2.1 Η σειρά 78XX	562
24.4.2.2 Η σειρά 79XX	563
24.4.3 Ρυθμιζόμενος γραμμικός σταθεροποιητής τάσης	563
24.4.3.1 Το ολοκληρωμένο LM317	563
24.4.3.2 Το Ολοκληρωμένο LM337	564
24.5 Διατάξεις σταθεροποιητών ρεύματος	564
24.5.1 Σταθεροποιητής ρεύματος με τρανζίστορ	564
24.5.2 Σταθεροποιητής ρεύματος με ρυθμιζόμενο γραμμικό σταθεροποιητής τάσης	565
24.5.3 Σταθεροποιητής ρεύματος με τελεστικό ενισχυτή	565
24.6 Μίκτης σήματος	566
24.7 Πολλαπλασιαστής σήματος	568
24.7.1 Πολλαπλασιαστής τεταρτημορίου - τετραγώνου	569
24.7.2 Πολλαπλασιαστής διαμόρφωσης εύρους και πλάτους παλμού	569
24.7.3 Πολλαπλασιαστής μεταβλητής διαγωγιμότητας	569
24.8 Κύκλωμα τετραγώνου τάσης	570
24.9 Διαιρέτης σήματος	571
24.10 Διάταξη τετραγωνικής ρίζας σήματος	572
24.11 Μετατροπές RMS σε DC	572
24.12 Λογαριθμικός μετατροπές με τρανζίστορ	573
24.13 Διάταξη περιοριστή σήματος	574
24.14 Μετατροπές AC σε DC	575
24.15 Μετατροπές ανίχνευσης κορυφής	575
24.16 Μετατροπές σύγκρισης τάσης διάσπασης Ζένερ	576
24.16.1 Μετατροπές ημιανόρθωσης	577
24.16.2 Μετατροπές απόλυτης τιμής τάσης	578
24.16.3 Μετατροπές θερμικού φαινομένου	579
24.17 Διατάξεις παραγωγής τάσης αναφοράς	579
24.17.1 Διατάξεις παραγωγής τάσης αναφοράς με ειδική δίοδο ζένερ	579
24.17.2 Διατάξεις παραγωγής τάσης αναφοράς ολοκληρωμένης μορφής	579
24.18 Μετατροπές ρεύματος σε τάση	582
24.18.1 Μετατροπές χωρητικότητας σε τάση	582
24.18.2 Μετατροπές τάσης σε ρεύμα	583
24.18.3 Μετατροπές τάσης σε συχνότητα	583
24.18.4 Μετατροπές συχνότητας σε τάση	584
24.18.5 Γέφυρες	585
24.18.6 Μέθοδοι ισοστάθμισης γέφυρας Wheatstone	587
24.19 Φίλτρα	589
24.19.1 Παράμετροι φίλτρων	590
24.19.2 Βαθυπερατό ή χαμηλοδιαβατό φίλτρο	591
24.19.3 Εργαστηριακή εφαρμογή 1: Μελέτη βαθυπερατού φίλτρου μέσω προσομοίωσης κυκλώματος	592
24.19.4 Υψιπερατό φίλτρο	593

24.19.5 Εργαστηριακή εφαρμογή 2: Μελέτη υπηπερατού φίλτρου μέσω προσομοίωσης κυκλώματος	594
24.19.6 Ζωνοδιαβατό ή φίλτρο διέλευσης ζώνης	595
24.19.7 Εργαστηριακή εφαρμογή 3: Μελέτη ζωνοδιαβατού φίλτρου μέσω προσομοίωσης κυκλώματος	596
24.19.8 Ζωνοφραχτό ή φίλτρο αποκοπής ζώνης	597
24.19.9 Εργαστηριακή εφαρμογή 4: Μελέτη ζωνοφρακτού φίλτρου μέσω προσομοίωση κυκλώματος	598
24.20 Ενεργά φίλτρα	599
24.20.1 Τοπολογία Sallen-Key	599
24.20.2 Ενεργό χαμηλοπερατό φίλτρο 1 ^{ης} τάξης	599
24.20.3 Ενεργό υπηπερατό φίλτρο 1 ^{ης} τάξης	600
24.20.4 Ζωνοδιαβατό φίλτρο ή φίλτρο διέλευσης 2 ^{ης} τάξης τοπολογίας Sallen-Key	601
24.20.5 Ζωνοφραχτό φίλτρο ή φίλτρο αποκοπής ζώνης 2 ^{ης} τάξης, τύπου διπλού T	601
24.21 Μοντέλα φίλτρων	602
24.21.1 Φίλτρο ελεύθερης διέλευσης	602
24.21.2 Φίλτρο απόκρισης Butterworth	602
24.21.3 Φίλτρο απόκρισης Chebyshev	603
24.21.4 Φίλτρο απόκρισης Bessel	603
24.21.5 Φίλτρο απόκρισης Elliptic	603

Κεφάλαιο 25: Βασικές έννοιες επεξεργασίας σήματος

25.1 Ηλεκτρικό σήμα και ηλεκτρικά μεγέθη	605
25.2 Χαρακτηριστικά ηλεκτρικών σημάτων	607
25.3 Μέτρηση πλάτους εναλλασσόμενης τάσης με παλμογράφο	612
25.4 Μέτρηση συχνότητας σήματος με παλμογράφο	612
25.5 Μέτρηση διαφοράς φάσεως και συχνότητας σήματος	613
25.5.1 Μέτρηση διαφοράς φάσης με τη μέθοδο Lissajous	613
25.5.2 Μέτρηση του λόγου συχνότητων δύο σημάτων με τη μέθοδο Lissajous	613
25.5.3 Μέτρηση διαφοράς φάσης με τη μέθοδο χρονικής μετατόπισης	614
25.6 Ηλεκτρικός παλμός	614
25.7 Τεχνικές επεξεργασίας σημάτων	616
25.7.1 Επεξεργασία των σημάτων στο πεδίο του χρόνου	616
25.7.2 Επεξεργασία στατιστικής σημαντικότητας	616
25.7.3 Επεξεργασία των σημάτων στο πεδίο συχνότητας	616
25.7.3.1 Ταχύς μετασχηματισμός Fourier	621
25.7.3.2 Παραθυροποίηση	623
25.7.4 Επεξεργασία σημάτων στο επίπεδο παραμέτρου / χρόνου	629
25.7.4.1 Μετασχηματισμός Fourier Βραχέως Χρόνου	630
25.7.4.2 Κυματίδια (wavelets)	631
Ερωτήσεις	634

Κεφάλαιο 26: Συστήματα συλλογής, απεικόνισης και καταγραφής δεδομένων

26.1 Συστήματα συλλογής δεδομένων	635
26.2 Σύνθεση συστήματος συλλογής δεδομένων	635
26.2.1 Υπολογιστική μονάδα	636
26.2.2 Αισθητήρες	637
26.2.3 Μονάδες προσαρμογής σήματος	637
26.2.3.1 Προσαρμογή σήματος με παράγοντα ενίσχυσης	638
26.2.3.2 Προσαρμογή σήματος με παράγοντα απομόνωσης	638
26.2.3.3 Προσαρμογή σήματος με παράγοντα πολυπλεξίας	638
26.2.3.4 Προσαρμογή σήματος με παράγοντα φιλτραρίσματος	638
26.2.3.5 Προσαρμογή σήματος με παράγοντα ηλεκτρεγερτικής δύναμης	639
26.2.3.6 Προσαρμογή σήματος με παράγοντα γραμμικοποίησης	639
26.2.4 Κάρτα συλλογής δεδομένων (DAQ)	639
26.2.4.1 Συνδεσμολογίες σημάτων	639
26.2.4.2 Γειωμένες πηγές	640
26.2.4.3 Επιπλέουσα ή συνεχούς μετατόπισης πηγή σήματος	640
26.2.4.4 Μέθοδοι σύνδεσης σημάτων των καρτών DAQ	641
26.2.4.4.1 Διαφορική σύνδεση (DIFF)	641
26.2.4.4.2 Μοναδιαία σύνδεση με αναφορά (RSE)	641
26.2.4.4.3 Μοναδιαία σύνδεση χωρίς αναφορά (NRSE)	641
26.2.4.4 Χαρακτηριστικά αναλογικών εισόδων καρτών DAQ	642
26.2.4.4.5 Ειδικά χαρακτηριστικά εισόδου καρτών DAQ	644
26.2.4.4.6 Αναλογικοί εξοδοι καρτών DAQ	646
26.2.4.4.7 Ειδικά χαρακτηριστικά εξόδων	647
26.2.5 Συστήματα DAQ βιομηχανικών μετρήσεων	649
26.2.5.1 Εισαγωγή στα συστήματα PXI	649
26.2.5.2 Αρχιτεκτονική PXI	650
26.2.5.3 Υλικό συστήματος PXI	652
26.2.5.4 Συστήματα USB τύπου NI compact DAQ	655

26.2.5.5 Ασύρματα συστήματα NI CompactDAQ	656
26.2.5.6 Συστήματα NI CompactDAQ Ethernet	656
26.2.5.7 Λογισμικό απεικόνισης και καταγραφής δεδομένων	656
26.3 Αυτόνομα όργανα απεικόνιση και καταγραφής δεδομένων	657
26.4 Όργανα απεικόνισης δεδομένων	657
26.4.1 Όργανο κινούμενου πηνίου	657
26.4.2 Σιδηρομαγνητικό όργανο	658
26.4.3 Ηλεκτροδυναμικό Όργανο	659
26.4.4 Μετρητής αρπάγης	659
26.4.5 Θερμοηλεκτρικό όργανο	660
26.4.6 Παλμογράφος	660
26.5 Οθόνες απεικόνισης	663
26.5.1 Οθόνη επτά τμημάτων	663
26.5.2 Οθόνη υγρών κρυστάλλων	663
26.5.3 Ηλεκτρομηχανική οθόνη	665
26.6 Συστήματα καταγραφής δεδομένων	666
26.6.1 Συσκευές καταγραφής	666
26.6.2 Γαλβανομετρικός καταγραφέας	666
26.6.3 Ποτενσιομετρικός καταγραφέας	668
26.6.4 Κυκλικός καταγραφέας	668
26.6.5 Καταγραφέας υπερυγρών ακτίνων	668
26.6.6 Καταγραφέας οπτικών ινών (fibre-optic recorders)	669
26.6.7 Υβριδικός δυναμομετρικός καταγραφέας	669
26.6.8 Καταγραφέας δεδομένων (data logger)	669

Κεφάλαιο 27: Μετρήσεις και σφάλματα

27.1 Εισαγωγή	671
27.2 Απόλυτο σφάλμα	672
27.2.1 Αβεβαιότητα	672
27.3 Σχετικό σφάλμα	673
27.4 Συστηματικά και τυχαία σφάλματα	673
27.4.1 Συστηματικά σφάλματα	674
27.4.1.1 Σχεδιασμός διάταξης μέτρησης	674
27.4.2 Τυχαία σφάλματα	675
27.5 Μετάδοση σφάλματος εμμέσων μετρήσεων	676
27.5.1 Σφάλμα αθροίσματος	676
27.6 Σφάλμα διαφοράς	677
27.7 Σφάλμα γινομένου	677
27.8 Σφάλμα λόγου	678
27.9 Μέση τιμή	680
27.10 Τυπική απόκλιση	680
27.11 Διασπορά	681
27.12 Κατανομές μετρήσεων	681
27.13 Κανονική κατανομή	682
27.14 Τυπική απόκλιση και εμπιστοσύνη πιθανότητας	683
27.15 Μετάδοση σφάλματος στην κανονική κατανομή	684
27.16 Μεσοσταθμική τιμή	685

Κεφάλαιο 28: Εισαγωγή σε μεθόδους ελέγχου συστημάτων

28.1 Εισαγωγή στα συστήματα ελέγχου	691
28.2 Συστήματα ελέγχου ανοιχτού βρόχου	692
28.3 Συστήματα ελέγχου κλειστού βρόχου	693
28.4 Ψηφιακά συστήματα ελέγχου	694
28.5 Αυτόνομοι ελεγκτές	696
28.6 Μετατροπείς σημάτων	696
28.7 Μέθοδοι ελέγχου συστημάτων	698
28.7.1 Έλεγχος PID	698
28.7.2 Βέλτιστος έλεγχος	700
28.7.3 Προσαρμοστικός έλεγχος	700
28.7.4 Λογικός έλεγχος	701
28.7.5 Εύρωστος έλεγχος	702
28.7.6 Ευφυής έλεγχος	702
28.7.6.1 Ασαφής έλεγχος	702
28.7.6.2 Έμπειρα συστήματα	703
28.7.6.3 Έλεγχος με νευρωνικά δίκτυα	703
28.8 Συστήματα σειριακού/ ακολουθιακού ελέγχου	704
28.9 Σύστημα κατανεμημένου ελέγχου	704
28.10 Συστήματα ελέγχου κίνησης	705

28.11 Αριθμητικός έλεγχος	705
28.12 Πολυμεταβλητός έλεγχος	706
28.13 Παράδειγμα εφαρμογής μετρήσεων & ελέγχου συστήματος σε γραμμή παραγωγής	707
28.14 Εργαστηριακή Εφαρμογή 1: Συγκριτική μελέτη ελεγκτή PID και Fuzzy για τη βέλτιστη επιλογή απόκρισης συστήματος τρίτης τάξης.....	706
Ερωτήσεις	708

Κεφάλαιο 29: Ενεργοποιητές

29.1 Εισαγωγή	709
29.2 Βάνες	709
29.2.1 Πνευματικές βάνες	710
29.2.2 Υδραυλικές βάνες	710
29.2.3 Ηλεκτροβάνες πηνίου	711
29.2.4 Ηλεκτροκίνητες βάνες	711
29.3 Σφαιρικές βάνες	712
29.4 Βάνα πεταλούδας	713
29.5 Πνευματικοί κύλινδροι	713
29.5.1 Πνευματικός κύλινδρος απλής ενέργειας με ελατήριο επαναφοράς	714
29.5.2 Πνευματικός κύλινδρος διπλής ενέργειας	714
29.6 Κύλινδρος περιστροφής διπλής ενέργειας	714
29.7 Κύλινδρος διπλής ενέργειας	714
29.8 Συζυγής κύλινδρος TANDEM	715
29.9 Πνευματικοί κινητήρες (pneumatic motors)	715
29.10 Υδραυλικοί κινητήρες (hydraulic motors)	716
29.11 Ηλεκτροπνευματικές βαλβίδες	716
29.11.1 Δίοδος ηλεκτροπνευματική βαλβίδα δύο καταστάσεων (2/2)	716
29.11.2 Τρίοδος ηλεκτροπνευματική βαλβίδα δύο καταστάσεων (3/2)	717
29.11.3 Τετράοδος ηλεκτροβαλβίδα δύο καταστάσεων (4/2)	717
29.11.4 Πεντάοδος ηλεκτροπνευματική βαλβίδα δύο καταστάσεων (5-2)	718
29.12 Ενεργοποιητές ελέγχου κίνησης	719
29.13 Σερβοκινητήρες	719
29.14 Βηματικοί κινητήρες	721
29.14.1 Βηματικός κινητήρας μόνιμου μαγνήτη	721
29.14.2 Βηματικός κινητήρας μεταβλητής μαγνητικής αντίστασης	723
29.14.3 Βηματικός κινητήρας μονού σωρού μεταβλητής μαγνητικής αντίστασης	724
29.14.4 Βηματικός κινητήρας πολλαπλού σωρού μεταβλητής μαγνητικής αντίστασης	724
29.14.5 Υβριδικός βηματικός κινητήρας	725
29.15 Οδήγηση βηματικών κινητήρων	727
29.16 Ηλεκτρικές θερμάστρες	728
29.17 Ρελέ	730
29.17.1 Ηλεκτρονόμος	730
29.17.2 Ρελέ αυτοσυγκράτησης	730
29.17.3 Ρελέ στερεάς κατάστασης	731
29.18 Αντλίες	732
29.18.1 Φυγοκεντρικές αντλίες κυκλικής ή μερικής κυκλικής ροής	733
29.18.2 Φυγοκεντρικές αντλίες αξονικής και μικτής ροής	734
29.18.3 Αντλίες θετικού εκτοπίσματος	734
29.18.4 Κοχλιοαντλίες	734
29.18.5 Αντλίες με πεπιεσμένο αέρα	734
29.18.6 Πνευματικοί εγχυτές	735
29.19 Βασικές αρχές εγκατάστασης αντλιοστασίου	735
Ερωτήσεις	736

Κεφάλαιο 30: Αρχές αποφυγής ηλεκτρικών και μαγνητικών διαταραχών στα συστήματα μετρήσεων

30.1 Εισαγωγή	737
30.2 Γειωμένες και επιπλέοντες πηγές σήματος	738
30.3 Τύποι καλωδίων στα συστήματα μετρήσεων	738
30.4 Βρόχος γείωσης	738
30.4.1 Αντιμετώπιση φαινομένου βρόχων γείωσης σε συστήματα μετρήσεων	738
30.5 Φαινόμενα πρόκλησης θορύβων σε συστήματα μετρήσεων	740
30.5.1 Θόρυβοι που προκαλούνται από παθητικά στοιχεία	740
30.5.2 Θόρυβοι που προκαλούνται από ενεργά στοιχεία	741
30.5.3 Θόρυβοι που προκαλούνται από την υγρασία	741
30.5.4 Θόρυβοι που προκαλούνται από τη χωρητική σύζευξη των αγωγών	742
30.5.4.1 Μέθοδοι αντιμετώπισης θορύβων από χωρητική σύζευξη αγωγών	742
30.5.4.2 Επίδραση της σύνδεσης μεταξύ θωρακισμένου αγωγού και τερματικού σημείου	744
30.5.5 Θόρυβοι που προκαλούνται από τη επαγωγική σύζευξη των αγωγών	745
30.5.5.1 Μέθοδοι αντιμετώπισης θορύβων από επαγωγική σύζευξη αγωγών	745

30.5.6 Θόρυβοι που προκαλούνται από ραδιοκύματα	747
30.5.7 Θόρυβοι που προκαλούνται από σύζευξη αγωγιμότητας	748
30.5.7.1 Μέθοδοι αντιμετώπισης θορύβων από σύζευξη αγωγιμότητας	748
30.6 Μέθοδοι αποφυγής θορύβων μέσω γείωσης της θωράκισης των καλωδιώσεων	749
30.6.1 Μέθοδος γείωσης της θωράκισης μεταξύ πηγής σήματος και ενισχυτή συστήματος μέτρησης με διαφορετικό επίπεδο γείωσης	750
30.6.2 Μέθοδος γείωσης της θωράκισης μεταξύ απομονωμένης πηγής σήματος και ενισχυτή συστήματος μέτρησης με αναφορά γης	751
30.6.3 Μέθοδος γείωσης της θωράκισης μεταξύ πηγής με αναφορά γης και απομονωμένου ενισχυτή συστήματος μέτρησης	752
30.6.4 Μείωση διαταραχών μέσω ακροδεκτών προστασίας (guard)	753
30.7 Μέθοδοι μείωσης θορύβων με επεξεργασία σήματος	754
30.8 Χρήση φίλτρων για φαινόμενα μείωσης διαταραχών τροφοδοσίας	755
30.9 Πυκνωτές απόζευξης για μείωση διαταραχών τροφοδοσίας ψηφιακών κυκλωμάτων	756
30.10 Μεθοδολογία αντιμετώπισης διαταραχών σε συστήματα μετρήσεων	756
30.11 Έλεγχος του συστήματος μέτρησης	757
Ερωτήσεις	758

Κεφάλαιο 31: Ανάπτυξη εφαρμογών μετρήσεων και ελέγχου με Arduino

31.1 Εισαγωγή	759
31.2 Η πλατφόρμα Arduino	759
31.3 Ξεκινώντας με την πλατφόρμα Arduino	759
31.4 Το περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE	762
31.5 Βιβλιοθήκες στο περιβάλλον Arduino	762
31.6 Μαθαίνοντας να προγραμματίζουμε με τον Arduino	763
31.7 Παραδείγματα μετρήσεων με το περιβάλλον Arduino	765
31.7.1 Μέτρηση θερμοκρασίας με το LM35 και την πλατφόρμα Arduino	765
31.7.2 Απεικόνιση δεδομένων με την πλατφόρμα Arduino	766
31.7.3 Μέτρηση υγρασίας με την πλατφόρμα Arduino	768
31.7.4 Μέτρηση δύναμης με στοιχείο FSR και την πλατφόρμα Arduino	768
31.7.5 Αισθητήρες προσέγγισης με Arduino	769
31.7.6 Οδήγηση σερβοκινητήρων με το Arduino	769
31.7.7 Μέτρηση φορτίου με δυναμοκυψέλη και την πλατφόρμα Arduino	770
31.8 Διασύνδεση LabVIEW με πλατφόρμα Arduino	771
31.9 Άλλα εργαλεία γραφικού προγραμματισμού Arduino	772

Κεφάλαιο 32: Μεθοδολογία σχεδίασης και ανάπτυξης συστημάτων μετρήσεων και ελέγχου

32.1 Εισαγωγή	773
32.2 Στάδια σχεδίασης από πάνω προς τα κάτω (top to down)	774
32.2.1 Στάδιο απαιτήσεων	775
32.2.2 Στάδιο προδιαγραφών	775
32.2.3 Στάδιο αρχιτεκτονικής	776
32.2.4 Στάδιο σχεδίασης υλικού	777
32.2.4.1 Μελέτη του προς μέτρηση φυσικού μεγέθους	777
32.2.4.2 Επιλογή αισθητήρων	777
32.2.4.3 Επιλογή μεθόδου προσαρμογής σήματος	778
32.2.4.4 Επιλογή κάρτας συλλογής δεδομένων	779
32.2.5 Στάδιο σχεδίασης λογισμικού	779
32.2.6 Στάδιο ολοκλήρωσης συστήματος	780
32.2.7 Στάδιο ελέγχου/δοκιμής	780

Κεφάλαιο 33: Ασκήσεις

ΠΡΩΤΟ ΘΕΜΑΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ: Απόκριση συστημάτων 1 ^{ης} , 2 ^{ης} τάξης και σφάλματα μετρήσεων.....	781
ΔΕΥΤΕΡΟ ΘΕΜΑΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ: Μετρήσεις, Επεξεργασία και Προσαρμογή Σήματος.....	816
ΤΡΙΤΟ ΘΕΜΑΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ: Αισθητήρες και Μετρήσεις Φυσικών Μεγεθών.....	845
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ.....	868
<i>BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</i>	881
<i>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ</i>	886