

Περιεχόμενα

Πρόλογος	5
Περιεχόμενα	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Βασικές Δομές Ηλεκτρονικών Συστημάτων Μετρήσεων	
1.1 Εισαγωγή στα ηλεκτρονικά συστήματα μετρήσεων	19
1.1.1 Παράδειγμα βιομηχανικής εφαρμογής ηλεκτρονικού συστήματος μέτρησης... ..	24
1.2 Αισθητήρες	28
1.2.1 Φυσικές αρχές λειτουργίας κυριότερων τύπων αισθητήρων	30
1.2.1.1 Αρχή λειτουργίας αισθητήρων φαινομένου μεταβολής αντίστασης	30
1.2.1.2 Αρχή λειτουργίας αισθητήρων φαινομένου μεταβολής χωρητικότητας	35
1.2.1.3 Αρχή λειτουργίας αισθητήρων φαινομένου μεταβολής αυτεπαγωγής	37
1.2.1.4 Αρχή λειτουργίας αισθητήρων πιεζοηλεκτρικού φαινομένου	39
1.2.1.5 Αρχή λειτουργίας αισθητήρων φαινομένου Hall	40
1.2.1.6 Αρχή λειτουργίας αισθητήρων θερμοηλεκτρικού φαινομένου	41
1.2.1.7 Αρχή λειτουργίας αισθητήρων φωτοηλεκτρικού φαινομένου	42
1.2.1.8 Αρχή λειτουργίας αισθητήρων φαινομένου χημικής αντίδρασης	43
1.2.2 Χαρακτηριστικά αισθητήρων	44
1.3 Βαθμίδα προσαρμογής σήματος	46
1.4 Βαθμίδα επεξεργασία σήματος	47
1.5 Καταγραφή και απεικόνιση δεδομένων	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τεχνικές Ελέγχου Ηλεκτρονικών Στοιχείων Συστημάτων Μετρήσεων	
2.1 Εισαγωγή	53
2.2 Έλεγχος επαφής ημιαγωγού P-N	54
2.3 Έλεγχος επαφής NPN και PNP	57
2.4 Έλεγχος στοιχείου JFET	61
2.5 Έλεγχος στοιχείου MOSFET	62
2.6 Έλεγχος στοιχείου θυρίστορ	63
2.7 Έλεγχος στοιχείου TRIAC	65
2.8 Έλεγχος στοιχείου ηλεκτρολυτικού πυκνωτή	67
2.9 Έλεγχος στοιχείου πηνίου	70
2.10 Έλεγχος στοιχείου οπτοζεύκτη	71
2.11 Έλεγχος ηλεκτρονόμου	72

2.12 Έλεγχος φωτοδιόδου	72
2.13 Έλεγχος τυπωμένου κυκλώματος	73

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Όργανα Μέτρησης Ηλεκτρικών Μεγεθών

3.1 Κατηγορίες οργάνων	75
3.2 Αναλογικά όργανα	76
3.2.1 Όργανο κινούμενου πηνίου μόνιμου μαγνήτη	76
3.2.2 Γαλβανόμετρο	81
3.2.3 Βαλλιστικό γαλβανόμετρο	81
3.2.4 Σιδηρομαγνητικό όργανο	82
3.2.5 Θερμοηλεκτρικό όργανο	83
3.2.5.1 Θερμοηλεκτρικό όργανο μέτρησης ρεύματος ραδιοσυχνότητας	84
3.2.5.2 Θερμοηλεκτρικό όργανο αμοιβαίου τύπου	84
3.2.5.3 Θερμοηλεκτρικό όργανο διαχωρισμένου θερμαντικού στοιχείου	84
3.2.5.4 Θερμοηλεκτρικό όργανο τύπου γέφυρας	85
3.2.6 Όργανο θερμού νήματος	85
3.2.7 Ηλεκτροδυναμικό όργανο	86
3.3 Μέτρηση έντασης ρεύματος	87
3.3.1 Αμπερόμετρο πολλαπλής κλίμακας	87
3.3.2 Όργανο μέτρησης εντάσεων pA	90
3.3.3 Μαγνητικά αμπερόμετρα	90
3.4 Μέτρηση τάσης	91
3.4.1 Βολτόμετρο πολλαπλής κλίμακας	91
3.4.2 Βολτόμετρο συνεχούς με τρανζίστορ	93
3.4.3 Ηλεκτρονικό μικροβολτόμετρο συνεχούς	94
3.4.3.1 Ηλεκτρονικό μικροβολτόμετρο με στοιχεία φωτοδίοδων και νέον	95
3.4.4 Βολτόμετρο DC με τελεστικό ενισχυτή	95
3.4.5 Βολτόμετρο AC με διόδους	96
3.4.5.1 Βολτόμετρο AC με ημιανόρθωση	96
3.4.5.2 Βολτόμετρο AC με πλήρη γέφυρα	97
3.4.6 Βολτόμετρο μέτρησης RMS	98
3.4.7 Βολτόμετρο ημιμέγιστων	100
3.4.8 Βολτόμετρο απόκρισης μέσης τιμής	101
3.5 Μέτρηση αντίστασης	101
3.5.1 Ωμόμετρο	101
3.5.2 Μετρητής αντίστασης απομόνωσης	105
3.6 Ψηφιακό πολύμετρο	106
3.6.1 Μετατροπέας ADC ράμπας σε πολύμετρο	108
3.6.2 Μετατροπέας ADC διπλής ράμπας σε πολύμετρο	109
3.6.3 Μετατροπέας ADC διαδοχικών προσεγγίσεων σε πολύμετρο	110
3.6.4 Μετατροπέας ADC ψηφιακής ράμπας σε πολύμετρο	112
3.6.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά πολυμέτρου	113
3.6.5.1 Διακριτική ικανότητα ψηφιακού οργάνου	113
3.6.5.2 Ευαισθησία	114
3.6.5.3 Ταχύτητα μετρήσεων	114
3.6.5.4 Τύποι διασύνδεσης ψηφιακών οργάνων	115
3.6.5.5 Ολοκληρωμένο κυκλώματα ψηφιακών βολτομέτρων	115
3.7 Όργανο μέτρησης συχνότητας	115
3.8 Όργανο μέτρησης χρονικής περιόδου	119
3.9 Όργανο μέτρησης λόγου συχνοτήτων	120
3.10 Όργανο μέτρησης γεγονότων	120

3.11 Όργανο μέτρησης χρονικών διαστημάτων	121
3.12 Γενικός μετρητής	122
3.13 Μέτρηση φάσης	123
3.13.1 Ανιχνευτής φάσης	123
3.13.2 Ψηφιακό όργανο μέτρησης διαφοράς φάσης	124
3.14 Μετρητής συντελεστή ποιότητας Q	124
3.15 Όργανο μέτρησης χωρητικότητας	125
3.16 Όργανο μέτρησης πηνίων	126
3.17 Παλμογράφος	128
3.17.1 Λειτουργία αναλογικού παλμογράφου	131
3.17.1.1 Καθοδικός σωλήνας	132
3.17.1.2 Μονάδα προσαρμογής	133
3.17.1.3 Ενισχυτής κατακόρυφης απόκλισης	133
3.17.1.4 Ενισχυτής οριζόντιας απόκλισης	133
3.17.1.5 Γεννήτρια πριονωτής τάσης	134
3.17.1.6 Μονάδα συγχρονισμού	134
3.17.1.7 Μονάδα καθυστέρησης	136
3.17.1.8 Μετατόπισης δέσμης στον άξονα X και Y	137
3.17.1.9 Τροφοδοτική διάταξη οθόνης	138
3.17.1.10 Επιλογέας AC\DC\GND	139
3.18 Παλμογράφος διπλής δέσης	140
3.19 Παλμογράφος διπλού ίχνους	141
3.20 Παλμογράφος αναλογικής αποθήκευσης	144
3.21 Μετρήσεις με αναλογικό παλμογράφο	146
3.21.1 Μέτρηση συχνότητας με παλμογράφο	146
3.21.2 Μέτρηση πλάτους με παλμογράφο	146
3.21.3 Μέτρηση χρόνου ανόδου	146
3.21.4 Μέτρηση διαφοράς φάσης με τη μέθοδο Lissajou	147
3.21.5 Μέτρηση διαφοράς φάσης με τη μέθοδο του χρόνου	148
3.21.6 Μέτρηση συχνότητας με τη μέθοδο Lissajou	149
3.21.7 Μέτρηση συχνότητας με τη μέθοδο οδοντωτού τροχού	150
3.22 Ψηφιακός παλμογράφος	151
3.22.1 Παλμογράφος ψηφιακής αποθήκευσης	152
3.22.1.1 Επιλογές συλλογής δεδομένων	154
3.22.2 Παλμογράφος ψηφιακού φωσφόρου	156
3.22.3 Παλμογράφος ψηφιακής δειγματοληψίας	157
3.23 Ακροδέκτες παλμογράφου	157
3.23.1 Παθητικός ακροδέκτης παλμογράφου	158
3.23.2 Ενεργός ακροδέκτης παλμογράφου	160
3.23.3 Ακροδέκτη παλμογράφου ρεύματος	161
3.23.4 Ακροδέκτης διαφορικής τάσης	161
3.23.5 Ακροδέκτης υψηλής τάσης	162
3.23.6 Ακροδέκτες λογικού αναλυτή	163
3.24 Λογικός αναλυτής	164
3.25 Λογικός αναλυτής σε υπολογιστή	165

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ηλεκτρονικά Συστήματα Παραγωγής Συναρτήσεων

4.1 Γεννήτριες κυματομορφών	167
4.2 Κριτήρια ταλάντωσης	168
4.3 Αρμονικοί ταλαντωτές	171
4.3.1 Ταλαντωτές LC	171

4.3.2	Κυκλωματική σχεδίαση ταλαντωτή Hartley	172
4.3.3	Κυκλωματική σχεδίαση ταλαντωτή Colpitts	173
4.3.4	Κυκλωματική σχεδίαση ταλαντωτή Armstrong	174
4.3.5	Κυκλωματική σχεδίαση ταλαντωτή Clamp	175
4.3.6	Ταλαντωτής ολίσθησης φάσης	176
4.3.7	Ταλαντωτής διπλού 'T'	178
4.3.8	Ταλαντωτής Bubba	179
4.3.9	Ταλαντωτής τετραγωνισμού	180
4.3.10	Ταλαντωτής γέφυρας Wien	181
4.3.11	Γεννήτρια ακουστικών συχνοτήτων	186
4.4	Ταλαντωτές ανατροπής	187
4.4.1	Παραγωγή τετραγωνικής κυματομορφής	187
4.4.2	Δισταθής πολυδονητής	190
4.4.3	Αυτόδιεγερόμενος ή ασταθής	192
4.4.4	Μονοσταθής πολυδονητής	194
4.4.5	Παραγωγή ημιτόνου μέσω σύνθεσης ψηφιακού σήματος	195
4.4.6	Το ολοκληρωμένο 555	197
4.4.6.1	Το ολοκληρωμένο 555 ως μονοσταθής πολυδονητής	198
4.4.6.2	Το ολοκληρωμένο 555 ως αυτοδιεγερόμενος πολυδονητής	199
4.4.6.3	Το ολοκληρωμένο 555 ως ταλαντωτής ελεγχόμενος από τάση	201
4.4.6.4	Το ολοκληρωμένο 566	202
4.4.6.5	Το ολοκληρωμένο 555 ως δισταθής πολυδονητής	203
4.4.6.6	Διαμόρφωση εύρους παλμού με το ολοκληρωμένο 555	204
4.4.6.7	Το ολοκληρωμένο 555 ως γεννήτρια ράμπας	205
4.4.2	Γεννήτριες παραγωγής τριγωνικής κυματομορφής	205
4.4.2.1	Γεννήτρια τριγωνικού σήματος ασταθή πολυδονητή και ολοκληρωτή	205
4.4.2.2	Γεννήτρια τριγωνικού σήματος συγκριτή και ολοκληρωτή	206
4.4.2.3	Γεννήτρια πριονωτής τάσης	207
4.5	Ολοκληρωμένα κυκλώματα σύνθεσης κυματομορφών	207
4.5.1	Το ολοκληρωμένο σύνθεσης κυματομορφών XR2206	208
4.5.2	Το ολοκληρωμένο σύνθεσης κυματομορφών ICL8038	209
4.5.3	Το ολοκληρωμένο AD9833	213
4.6	Γεννήτριες κυματομορφών με κάρτες DAQ	222
4.7	Γεννήτρια αυθαίρετων συναρτήσεων	223
4.8	Γεννήτρια λευκού θορύβου	226
4.9	Γεννήτρια ροζ θορύβου	228
4.10	Γεννήτρια σάρωσης συχνοτήτων	229
4.11	Αναλογική γεννήτρια βίντεο ραβδώσεων	232
4.11.1	Ψηφιακή γεννήτρια βίντεο ραβδώσεων	234
4.11.2	Χρωματοσκόπιο	235

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Ανάλυση Φάσματος και Διατάξεις Απεικόνισης

5.1	Βασικές έννοιες	237
5.2	Ολική αρμονική παραμόρφωση	244
5.2.1	Αρχή λειτουργίας οργάνων μέτρησης αρμονικών συχνοτήτων	247
5.2.2	Αρχές λειτουργίας οργάνων μέτρησης αρμονικής παραμόρφωσης	248
5.2.3	Υπερετεροδύνος αναλυτής κύματος	250
5.3	Αναλυτές φάσματος	251
5.3.1	Αναλυτής φάσματος χρόνου σάρωσης	252
5.3.1.1	Βαθμίδα εξασθενητή και φίλτρου εισόδου	253
5.3.1.2	Βαθμίδα μίξης και τοπικού ταλαντωτή	254

5.3.1.3 Γεννήτρια ράμπας	255
5.3.1.4 Φίλτρο μεταβαλλόμενου εύρους	256
5.3.1.5 Ανιχνευτής	258
5.3.1.6 Φίλτρο βίντεο	260
5.3.2 Αναλυτής φάσματος πραγματικού χρόνου	263
5.3.2.1 Φαινόμενο διαρροής	264
5.3.2.2 Παραθυροποίηση	265
5.3.2.3 Πεδίο επεξεργασίας στο επίπεδο παραμέτρου / χρόνου	270

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Προσαρμογή και Επεξεργασία Σήματος Μέσω Ηλεκτρονικών Διατάξεων

6.1 Προσαρμογή σήματος	273
6.2 Μέθοδοι και διατάξεις προσαρμογής σήματος	274
6.2.1 Βελτίωση γραμμικότητας μέσω διαιρέτη τάσης	274
6.2.2 Βελτίωση γραμμικότητας αισθητήρα μεταβολής αντίστασης μέσω γέφυρας	275
6.2.3 Σύνδεση του αισθητήρα μεταβλητής αντίστασης ως στοιχείο γέφυρας με ανάδραση	275
6.2.4 Σύνδεση του αισθητήρα μεταβολής αντίστασης ως στοιχείο γέφυρας σε διάταξη ενισχυτών	275
6.2.5 Βελτίωση γραμμικότητας αισθητήρα μεταβλητής αντίστασης μέσω αντιστάτη	276
6.2.6 Επιλογή γραμμικού τμήματος αισθητήρα μεταβλητής αντίστασης	277
6.2.7 Γραμμικοποίηση μέσω διάταξης τετραγωνικής ρίζας σήματος	277
6.2.8 Γραμμικοποίηση μέσω λογαριθμικής διάταξης	278
6.2.9 Γραμμικοποίηση μέσω ολοκληρωτή	279
6.2.10 Αντιστάθμιση ψυχρής επαφής	280
6.3 Προσαρμογή για μέτρηση διαφορικών σημάτων	281
6.3.1 Ενίσχυση διαφορικού σήματος	281
6.3.2 Μέτρησης διαφοράς δυναμικού	281
6.4 Προσαρμογή για μέτρηση σήματος μικρού ρεύματος σε είσοδο συστήματος συλλογής δεδομένων χαμηλής αντίστασης	283
6.4.1 Ακόλουθος τάσης	284
6.4.2 Ακόλουθος τάσης κορυφής	284
6.5 Προσαρμογή τιμών πεδίου σήματος εισόδου σε συστήματα συλλογής δεδομένων	285
6.5.1 Περιοριστής σήματος	285
6.6 Διατάξεις μετατροπής του σήματος εξόδου αισθητήρων	288
6.6.1 Μετατροπέας σήματος τάσης σε ρεύμα	288
6.6.2 Μετατροπέας σήματος ρεύματος σε τάση	288
6.6.3 Μετατροπέας σήματος τάσης σε συχνότητα	290
6.6.4 Μετατροπέας χωρητικότητας σε τάση	291
6.6.5 Μετατροπέας συχνότητας σε τάση	291
6.7 Τεχνικές επεξεργασίας αναλογικών σημάτων μέσω διατάξεων	292
6.7.1 Τεχνικές ημιανόρθωσης	292
6.7.2 Τελεστικοί ενισχυτές ως ημιανορθωτές ακριβείας	293
6.7.3 Σύγκριση τάσεων με εισαγωγή υστέρησης	294
6.7.4 Σύγκριση τάσης με θετικό & αρνητικό δυναμικό αναφοράς	297
6.7.5 Ανίχνευση μηδενός	297
6.7.6 Ανίχνευση κορυφής	298
6.7.7 Μέση τιμή σημάτων	299
6.7.8 Απόλυτη τιμή τάσης	300
6.7.9 Διάταξη μέτρησης ενεργού τάσης μέσω θερμικού φαινομένου	301
6.7.10 Διάταξη μέτρησης ενεργού τάσης με πολλαπλασιαστή	302

6.7.11 Διατάξεις πολλαπλασιαστών σήματος	302
6.7.12 Πολλαπλασιαστής μεταβλητής διαγωγιμότητας	304
6.7.13 Διαιρέτης σήματος	305
6.7.14 Κύκλωμα παραγωγής τετραγώνου τάσης	306
6.8 Γέφυρες	306
6.8.1 Γέφυρες συνεχούς	307
6.8.1.1 Γέφυρα Wheatstone	307
6.8.1.2 Γέφυρα Kelvin	311
6.8.1.3 Διπλή γέφυρα Kelvin	312
6.8.2 Γέφυρες εναλλασσόμενου	313
6.8.2.1 Γέφυρα Hay	315
6.8.2.2 Γέφυρα Maxwell	315
6.8.2.3 Γέφυρα Anderson	316
6.8.2.4 Γέφυρα Schering	316
6.8.2.5 Γέφυρα Wien	317
6.8.3 Σύνδεση απομακρυσμένων αισθητήρων σε γέφυρα συνεχούς	317
6.9 Βρόχος κλειδώματος φάσης	320
6.9.1 Πολλαπλασιαστής συχνότητας PLL	321
6.10 Φίλτρα	322
6.11.1 Παθητικά φίλτρα	326
6.11.1.1 Χαμηλοπερατό φίλτρο	326
6.11.1.2 Υψηλοπερατό φίλτρο	327
6.11.1.3 Ζωνοπερατό φίλτρο	328
6.11.1.4 Ζωνοφραχτό φίλτρο	330
6.11.2 Ενεργά φίλτρα	332
6.11.2.1 Φίλτρο ελεύθερης διέλευσης	332
6.11.2.2 Φίλτρο απόκρισης Butterworth	332
6.11.2.2 Χαμηλοπερατό φίλτρο απόκρισης Butterworth 1ης και 2ης τάξης	333
6.11.2.3 Υψηλοπερατό φίλτρο απόκρισης Butterworth 1ης και 2ης τάξης	337
6.11.2.4 Φίλτρο ζώνης με φίλτρα απόκρισης Butterworth	338
6.11.2.5 Ζωνοφραχτό φίλτρο με φίλτρα απόκρισης Butterworth	339
6.11.2.6 Φίλτρο απόκρισης Chebyshev	339
6.11.2.7 Φίλτρο απόκρισης Elliptic	340
6.11.2.8 Φίλτρο απόκρισης Bessel	340
6.11.3 Λογισμικά προσομοίωσης σχεδίασης ενεργών φίλτρων	341
6.11.4 Φίλτρα διακοπτόμενου πυκνωτή	344
6.11.5 Φίλτρο μεταβλητών καταστάσεων	347
6.11.5.1 Ολοκληρωμένο προγραμματιζόμενο σύστημα (PSoC)	349
6.11.6 Φίλτρο Kalman	351
6.11.7 Ψηφιακά φίλτρα	354
6.11.7.1 Κρουστική απόκριση συστήματος	354
6.11.7.2 Φίλτρα FIR	356
6.11.7.3 Φίλτρο IIR	360

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Βασικές Αρχές Αποφυγής Διαταραχών σε Ηλεκτρονικά Συστήματα Μετρήσεων

7.1 Εισαγωγή	365
7.2 Γειωμένες και επιπλέοντες πηγές σήματος	366
7.3 Τύποι καλωδίων στα μετρητικά συστήματα	367
7.4 Βρόχος γείωσης	367
7.4.1 Αντιμετώπιση φαινομένου βρόχων γείωσης σε συστήματα μέτρησης	368

7.5 Φαινόμενα πρόκλησης θορύβων σε μετρητικά συστήματα	369
7.5.1 Θόρυβοι που προκαλούνται από παθητικά στοιχεία	370
7.5.2 Θόρυβοι που προκαλούνται από ενεργά στοιχεία	371
7.5.3 Θόρυβοι που προκαλούνται από την υγρασία	371
7.5.4 Θόρυβοι που προκαλούνται από τη χωρητική σύζευξη των αγωγών	372
7.5.4.1 Μέθοδοι αντιμετώπισης θορύβων από χωρητική σύζευξη αγωγών	373
7.5.4.2 Επίδραση της σύνδεσης μεταξύ θωρακισμένου αγωγού και τερματικού σημείου.....	376
7.5.5 Θόρυβοι που προκαλούνται από τη επαγωγική σύζευξη των αγωγών	377
7.5.5.1 Μέθοδοι αντιμετώπισης θορύβων από επαγωγική σύζευξη αγωγών	378
7.5.6 Θόρυβοι που προκαλούνται από ακροδεκτών προστασίας	381
7.5.7 Θόρυβοι που προκαλούνται από σύζευξη αγωγιμότητας.....	382
7.5.7.1 Μέθοδοι αντιμετώπισης θορύβων από σύζευξη αγωγιμότητας	383
7.6 Μέθοδοι αποφυγής θορύβων μέσω γείωσης της θωράκισης των καλωδιώσεων.....	385
7.6.1 Μέθοδος γείωσης της θωράκισης μεταξύ πηγής σήματος και ενισχυτή συστήματος μέτρησης με διαφορετικό επίπεδο γείωσης.....	385
7.6.2 Μέθοδος γείωσης της θωράκισης μεταξύ απομονωμένης πηγής σήματος και ενισχυτή συστήματος μέτρησης με αναφορά γης.....	387
7.6.3 Μέθοδος γείωσης της θωράκισης μεταξύ πηγής με αναφορά γης και απομονωμένου ενισχυτή συστήματος μέτρησης	388
7.6.4 Μείωση διαταραχών μέσω ακροδεκτών προστασίας (guard)	391
7.7 Μέθοδοι μείωσης θορύβων με επεξεργασία σήματος	392
7.8 Χρήση φίλτρων για φαινόμενα μείωσης διαταραχών.....	393
7.9 Πυκνωτές απόζευξης για μείωση διαταραχών τροφοδοσίας ψηφιακών κυκλωμάτων.....	394
7.10 Μεθοδολογία αντιμετώπισης διαταραχών σε μετρητικά συστήματα	395
7.11 Έλεγχος του μετρητικού συστήματος	395

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Διατάξεις Τροφοδοσίας Συστημάτων Μέτρησης

8.1 Τροφοδοσία ηλεκτρονικού συστήματος μετρήσεων	399
8.2 Διατάξεις πηγών τάσης και ρεύματος	400
8.2.1 Διαιρέτης τάσης και ρεύματος	400
8.3 Διατάξεις μετατροπών AC-DC	401
8.3.1 Απλή ανόρθωση	402
8.3.1.1 Εξομάλυνση τάσης σε διάταξη απλής ανόρθωσης	404
8.3.2 Πλήρης ανόρθωση	405
8.3.2.1 Διπλή ανόρθωση με μετασχηματιστή μεσαίας λήψης	405
8.3.2.2 Πλήρης ανόρθωση με γέφυρα	406
8.3.2.3 Εξομάλυνση τάσης σε διάταξη πλήρης ανόρθωσης	406
8.4 Διατάξεις σταθεροποιητών τάσης	408
8.4.1 Σταθεροποίηση τάσης με δίοδο ζένερ	408
8.4.2 Σταθεροποιητές τάσης ολοκληρωμένης μορφής	410
8.4.2.1 Η σειρά ολοκληρωμένων 78XX	410
8.4.2.2 Η σειρά ολοκληρωμένων 79XX	411
8.4.2.3 Γραμμικά ρυθμιζόμενοι σταθεροποιητές τάσης	412
8.4.3 Διατάξεις σταθεροποιητών ρεύματος	413
8.4.3.1 Σταθεροποιητής ρεύματος με γραμμικό ρυθμιζόμενο σταθεροποιητής τάσης	413
8.4.3.2 Σταθεροποιητής ρεύματος με τελεστικό ενισχυτή	414
8.4.3.3 Σταθεροποιητής ρεύματος για σύνδεση αισθητήρα μεταβλητής αντίστασης σε σύστημα μέτρησης με διαφορική είσοδο	415
8.4.4 Ρυθμιζόμενοι σταθεροποιητές διακλάδωσης ακριβείας	416

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: Ενισχυτές Συστημάτων Συλλογής Δεδομένων

10.1 Ενισχυτής οργανολογίας	461
10.1.1 Αντίσταση εισόδου	462
10.1.2 Κέρδος	462
10.1.3 Λόγος απόρριψης κοινών σημάτων	462
10.1.4 Λόγος απόρριψης κοινών εναλλασσόμενων σημάτων	463
10.1.5 Σφάλμα με αναφορά εισόδου	463
10.1.6 Σφάλμα με αναφορά εξόδου	464
10.1.7 Ρεύμα ηρεμίας	464
10.1.8 Κλίμακα τάσης λειτουργίας	464
10.1.9 Κλίμακα κέρδους	464
10.1.10 Χρόνος αποκατάστασης	465
10.1.11 Σφάλμα κέρδους	465
10.1.12 Μέγιστο σφάλμα μη γραμμικότητας	465
10.1.13 Λόγος απόρριψης ισχύος τροφοδοσίας	466
10.2 Σύνδεση θερμοζεύγους σε ενισχυτή οργανολογίας	466
10.3 Σύνδεση μετασχηματιστή απομόνωσης σε ενισχυτή οργανολογίας	466
10.4 Σύνδεση πυκνωτών στις εισόδους ενισχυτή οργανολογίας	467
10.5 Ενισχυτής οργανολογίας δύο τελεστικών ενισχυτών	467
10.6 Ενισχυτής οργανολογίας τριών τελεστικών ενισχυτών	469
10.7 Ολοκληρωμένα ενισχυτών οργανολογίας	471
10.8 Ενισχυτές απομόνωσης	473
10.8.1 Ενισχυτές απομόνωσης δύο τμημάτων	474
10.8.2 Ενισχυτές απομόνωσης τριών τμημάτων	475
10.9 Ενισχυτής απομόνωσης μέσω ηλεκτρομαγνητικής σύζευξης	476
10.10 Ενισχυτής απομόνωσης μέσω οπτικής σύζευξης	477
10.11 Ενισχυτής απομόνωσης μέσω χωρητικής σύζευξης	478
10.12 Ενισχυτής κατάτμησης	480
10.13 Ενισχυτής κατάτμησης σταθερής σύνδεσης εισόδου/εξόδου	480
10.15 Ενισχυτές συστημάτων μέτρησης με προγραμματιζόμενο κέρδος	481
10.15.1 Ενισχυτής μεταβλητού κέρδους ελεγχόμενος από τάση	481
10.15.2 Ενισχυτής οργανολογίας προγραμματιζόμενου κέρδους	482
10.15.3 Ενισχυτής οργανολογίας αυτόματου κέρδους	484
10.15.4 Ενισχυτής οργανολογίας με απομόνωση	485

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: Μετατροπείς ADC και DAC

11.1 Εισαγωγή	487
11.2 Μετατροπείς από αναλογικό σε ψηφιακό	488
11.3 Στάδιο δειγματοληψίας	488
11.4 Φαινόμενο αναδίπλωσης συχνότητας	489
11.4.1 Γραφικός προσδιορισμός αναδιπλωμένων συχνοτήτων	490
11.4.2 Υπολογιστικός προσδιορισμός αναδιπλωμένων συχνοτήτων	491
11.5 Κβαντοποίηση	495
11.6 Κωδικοποίηση	495
11.7 Χαρακτηριστικά μετατροπέα ADC	498
11.7.1 Ακρίβεια	498
11.7.2 Πεδίο τιμών	500
11.7.3 Ανάλυση	500
11.7.4 Κέρδος	500
11.7.5 Διακριτική ικανότητα	500

11.7.6 Σφάλμα μετατόπισης	501
11.7.7 Σφάλμα κέρδους	502
11.7.8 Σφάλμα πλήρους κλίμακας	502
11.7.9 Σφάλμα κβαντοποίησης	502
11.7.10 Διαφορική μη γραμμικότητα	504
11.7.11 Ολοκληρωτική μη γραμμικότητα	504
11.7.12 Σφάλμα τάσης αναφοράς	504
11.7.13 Κλίση θερμοκρασίας	504
11.7.14 Ρυθμός μετατροπής	505
11.7.15 Συντελεστές THD και SNR μετατροπέα	505
11.8 Τύποι μετατροπέων σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό	505
11.8.1 Μετατροπέας ADC τύπου Flash	505
11.8.2 Μετατροπέας ADC τύπου ψηφιακής ράμπας	506
11.8.3 Μετατροπέας ADC τύπου διαδοχικής προσέγγισης	507
11.8.4 Μετατροπέας ADC τύπου συνεχούς πορείας	508
11.8.5 Μετατροπέας ADC τύπου κλίσης	509
11.8.6 Μετατροπέας ADC τύπου διπλής κλίσης	509
11.8.7 Μετατροπέας ADC τύπου Σίγμα-Δέλτα	510
11.8.8 Χωρητικός μετατροπέας ADC	511
11.8.9 Μετατροπείς ADC και ενσωματωμένα συστήματα μετρήσεων	511
11.9 Μετατροπέας σήματος από ψηφιακό σε αναλογικό	518
11.10 Χαρακτηριστικά μετατροπέα DAC	519
11.10.1 Ανάλυση	519
11.10.2 Τύπος τροφοδοσίας	520
11.10.3 Τάση αντιστάθμισης	520
11.10.4 Σφάλμα κέρδους	520
11.10.5 Σήμα ενεργοποίησης	521
11.10.6 Τύπος ψηφιακής εισόδου	521
11.10.7 Σφάλμα Γραμμικότητας	522
11.10.8 Χρόνος αποκατάστασης	522
11.11 Τύποι μετατροπέων σήματος από ψηφιακό σε αναλογικό	522
11.11.1 Μετατροπέα DAC τύπου δυαδικής κλίμακας $R / (2^n R)$	522
11.11.2 Μετατροπέας DAC δικτύματος σκάλας $R/2R$ με λειτουργία τάσης	524
11.11.3 Μετατροπέας DAC δικτύματος σκάλας $R/2R$ με λειτουργία ρεύματος	524

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: Διατάξεις Μέτρησης Ραδιοκυμάτων

12.1 Εισαγωγή	527
12.2 Εικονικό φορτίο	531
12.3 Μετρήσεις σε γραμμές μεταφοράς ραδιοκυμάτων	531
12.3.1 Γέφυρα στάσιμων κυμάτων	531
12.3.2 Μέθοδος ανακλασμετρίας	536
12.3.3 Μέτρηση ισχύς ραδιοκύματος με το όργανο Thruline	538
12.3.4 Γέφυρα θορύβου	539
12.3.5 Τεχνική εντοπισμού συχνότητας συντονισμού κεραίας και γραμμής μεταφοράς	540
12.3.6 Μέτρηση ισχύς ραδιοκύματος σε φορτίο	541
12.3.7 Μέτρηση ισχύς ραδιοκύματος με θερμική μέθοδο	542
12.3.8 Μέτρηση υψηλής ισχύος ραδιοκύματος με θερμιδόμετρο	542
12.3.9 Μέτρηση υψηλής ισχύος ραδιοκύματος με μπολόμετρο	543
12.4 Μέτρηση βαθμού διαμόρφωσης	544
12.4.1 Μέτρηση βαθμού διαμόρφωσης σήματος AM	544

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13: Πρότυπα Διασύνδεσης Ηλεκτρονικών Συστημάτων Μέτρησης

13.1 Εισαγωγή.....	547
13.2 Ο θρόχος 4-20mA.....	548
13.3 Το πρότυπο RS-232.....	549
13.4 Το πρότυπο RS-422.....	552
13.5 Το πρότυπο RS-485.....	553
13.6 Το πρότυπο Firewire (IEEE-1394).....	553
13.7 Δίκτυο Profibus.....	553
13.8 Το πρότυπο GPIB (IEEE-488).....	555
13.9 Το πρότυπο USB.....	560
13.10 LAN και συστήματα συλλογής δεδομένων.....	561
13.11 Το πρότυπο AS-I.....	562
13.12 Το πρότυπο CAN-bus.....	563
13.13 Διασύνδεση οργάνων και LabVIEW.....	563
13.13.1 Προγραμματισμός VISA και GPIB.....	564
13.14 Διασύνδεση οργάνων και MatLAB.....	564

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14: Συστήματα Συλλογής Δεδομένων

14.1 Συστήματα συλλογής δεδομένων.....	567
14.1.1 Υπολογιστική μονάδα.....	568
14.1.2 Αισθητήρες / μεταδότες.....	568
14.1.3 Μονάδα προσαρμογής σήματος.....	568
14.1.4 Κάρτες συλλογής δεδομένων.....	569
14.1.4.1 Συνδεσμολογίες σημάτων.....	571
14.1.4.2 Μέθοδοι σύνδεσης σημάτων των καρτών DAQ.....	571
14.1.4.2.1 Διαφορική σύνδεση (DIFF).....	572
14.1.4.2.2 Μοναδιαία σύνδεση με αναφορά (RSE).....	573
14.1.4.2.3 Μοναδιαία σύνδεση χωρίς αναφορά (NRSE).....	573
14.1.4.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά αναλογικών εισόδων καρτών DAQ.....	574
14.1.4.3.1 Ειδικά χαρακτηριστικά εισόδου καρτών DAQ.....	576
14.1.4.4 Αναλογικοί εξοδοι καρτών DAQ.....	577
14.1.4.4.1 Ειδικά χαρακτηριστικά εξόδων.....	578
14.1.5 Λογισμικό απεικόνισης και καταγραφής δεδομένων.....	580
14.2 Συστήματα συλλογής δεδομένων βιομηχανικού σχεδιασμού.....	586
14.3 Συστήματα USB τύπου NI CompactDAQ.....	592
14.4 Συστήματα συλλογής δεδομένων διασύνδεσης Ethernet.....	593
14.5 Ασύρματα συστήματα συλλογής δεδομένων.....	594
14.6 Καταγραφέας δεδομένων (data logger).....	594
14.7 Ηλεκτρονικά συστήματα μετρήσεων μέσω εικόνας.....	596
14.7.1 Το εργαλείο LabVIEW Vision Acquisition.....	598
14.7.2 Ψηφιακές Κάμερες τύπου Camera Link, Parallel Interface.....	599
14.7.3 Ψηφιακές Κάμερες τύπου gigE, FireWire.....	599

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15: Τεχνολογίες Ασύρματης Συλλογής Δεδομένων (Γκοσίνας Αντώνιος)

15.1 Εισαγωγή.....	601
15.2 Ασύρματα συστήματα WSN.....	602
15.3 Ασύρματα συστήματα GSM για εξ αποστάσεως εποπτεία.....	603
15.4 Πρότυπο ZigBEE.....	605
15.4.1 Ασύρματα προσωπικά δίκτυα χαμηλού ρυθμού LR-WPAN.....	606

15.4.2 Σχηματισμός δικτύων αστέρα	607
15.4.3 Σχηματισμός δικτύων p2p	608
15.4.4 Πρότυπο μεταφοράς δεδομένων	609
15.4.5 Μεταφορά δεδομένων από συσκευή RFD προς ένα συντονιστή FFD	610
15.4.6 Μεταφορά δεδομένων από συντονιστή FFD προς συσκευή RFD	610
15.4.7 Διομότιμη μεταφορά δεδομένων	611
15.4.8 Αρχιτεκτονική του LR-WPAN IEEE 802.15.4	612
15.4.9 Το φυσικό επίπεδο (PHY)	613
15.4.10 Ο σωρός ZigBEE	614
15.4.11 Στρώμα εφαρμογής (APL) του σωρού της Microchip.....	615
15.4.12 Υλικό ZigBEE	615
15.4.12.1 RF modem ZigBEE/IEEE 802.15.4	616
15.5 Εφαρμογές ZigBee	617
Βιβλιογραφία	619
Ευρετήριο	627