

## **Περιεχόμενα**

<b>Κεφάλαιο 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>Αναλογικοί διακόπτες.....</b>	<b>13</b>
1.1    Εισαγωγή.....	13
1.2    Αναλογικοί διακόπτες με διπολικά τρανζίστορ.....	14
1.2.1    Διακόπτες με NPN τρανζίστορ .....	15
1.2.2    Διακόπτες με PNP τρανζίστορ.....	17
1.3    Αναλογικοί διακόπτες με FET .....	19
1.4    Αναλογικοί διακόπτες με MOSFET .....	20
1.4.1    Διακόπτης MOSFET N-καναλιού.....	20
1.4.2    Διακόπτης MOSFET P-καναλιού .....	25
1.4.3    Διακοπτική διάταξη με συμπληρωματικά MOSFET (CMOS) ..	26
1.4.4    Αμφίδρομη διάταξη διακόπτη μισής γέφυρας (Half Bridge).....	28
1.4.5    Αμφίδρομη διάταξη διακόπτη πλήρους γέφυρας (Full Bridge) ..	29
1.4.6    Οδηγοί MOSFET .....	30
1.5    Διακόπτης φορτίου (Load switch) .....	31
1.5.1    Διακόπτης φορτίου με MOSFET καναλιού N .....	32
1.5.2    Διακόπτης φορτίου με MOSFET καναλιού P .....	35
1.6    Ολοκληρωμένα κυκλώματα αναλογικών διακοπών. ....	37
1.7    Λυμένες ασκήσεις κεφαλαίου.....	41
1.7.1    ΑΣΚΗΣΗ 1η .....	41
1.7.2    ΑΣΚΗΣΗ 2η .....	43
1.7.3    ΑΣΚΗΣΗ 3η .....	46
1.7.4    ΑΣΚΗΣΗ 4η .....	48
1.7.5    ΑΣΚΗΣΗ 5η .....	53
1.7.6    ΑΣΚΗΣΗ 6η .....	56
1.7.7    ΑΣΚΗΣΗ 7η .....	59
1.7.8    ΑΣΚΗΣΗ 8 <sup>η</sup> .....	62
1.7.9    ΑΣΚΗΣΗ 9η .....	65
1.8    Αναφορές .....	67

**Κεφάλαιο 2 ..... 69**

**Συγκριτές τάσης..... 69**

- 2.1 Εισαγωγή..... 69
- 2.2 Χαρακτηριστικά συγκριτών..... 71
  - 2.2.1 Καθυστέρηση διάδοσης (Propagation delay)..... 71
  - 2.2.2 Τύπος βαθμίδας εξόδου (ανοικτού συλλέκτη/εκροής ή push-pull)..... 72
  - 2.2.3 Τάση ασυμμετρίας εισόδου ( $V_{IO}$ )..... 74
  - 2.2.4 Υστέρηση (Hysteresis)..... 74
  - 2.2.5 Περιοχή κοινής τάσης εισόδου ( $V_{ICM}$ ) ..... 75
  - 2.2.6 Λόγος απόρριψης κοινού σήματος ( $CMRR$ )..... 75
  - 2.2.7 Λόγος απόρριψης των μεταβολών της τάσης τροφοδοσίας ( $SVR$ )..... 75
- 2.3 Ανιχνευτής μηδενός..... 76
- 2.4 Συγκριτής με υστέρηση (Schmitt Trigger) ..... 80
  - 2.4.1 Αναστρέφων συγκριτής με υστέρηση συμμετρικής τροφοδοσίας..... 82
  - 2.4.2 Μη αναστρέφων συγκριτής με υστέρηση συμμετρικής τροφοδοσίας..... 84
  - 2.4.3 Αναστρέφων συγκριτής με υστέρηση μονοπολικής τροφοδοσίας..... 86
  - 2.4.4 Μη αναστρέφων συγκριτής με υστέρηση μονοπολικής τροφοδοσίας..... 88
- 2.5 Συγκριτής παραθύρου (Window comparator) ..... 91
- 2.6 Λυμένες ασκήσεις κεφαλαίου..... 95
  - 2.6.1 ΑΣΚΗΣΗ 1η ..... 95
  - 2.6.2 ΑΣΚΗΣΗ 2<sup>η</sup>..... 98
  - 2.6.3 ΑΣΚΗΣΗ 3<sup>η</sup>..... 101
  - 2.6.4 ΑΣΚΗΣΗ 4η ..... 106
  - 2.6.5 ΑΣΚΗΣΗ 5η ..... 109
  - 2.6.6 ΑΣΚΗΣΗ 6η ..... 112
  - 2.6.7 ΑΣΚΗΣΗ 7η ..... 116
  - 2.6.8 ΑΣΚΗΣΗ 8η ..... 119

2.6.9	ΑΣΚΗΣΗ 9η .....	121
2.6.10	ΑΣΚΗΣΗ 10η .....	123
2.6.11	ΑΣΚΗΣΗ 11η .....	125
2.6.12	ΑΣΚΗΣΗ 12η .....	127
2.7	Αναφορές .....	129

## **Κεφάλαιο 3 .....131**

### **Αρμονικοί Ταλαντωτές Χαμηλών Συχνοτήτων..... 131**

#### **(Ταλαντωτές RC) ..... 131**

3.1	Εισαγωγή.....	131
3.2	Ταλαντωτές RC.....	135
3.2.1	Ταλαντωτής γέφυρας WIEN.....	135
3.3	ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	145
3.3.1	ΑΣΚΗΣΗ 1η .....	145
3.3.2	ΑΣΚΗΣΗ 2η .....	151
3.3.3	ΑΣΚΗΣΗ 3η .....	157
3.3.4	ΑΣΚΗΣΗ 4η .....	161
3.3.5	ΑΣΚΗΣΗ 5η .....	166
3.3.6	ΑΣΚΗΣΗ 6η .....	170
3.3.7	ΑΣΚΗΣΗ 7η .....	174
3.3.8	ΑΣΚΗΣΗ 8η .....	178
3.3.9	ΑΣΚΗΣΗ 9η .....	182
3.3.10	ΑΣΚΗΣΗ 10η .....	186
3.3.11	ΑΣΚΗΣΗ 11η .....	190
3.3.12	ΑΣΚΗΣΗ 12 <sup>η</sup> .....	195
3.3.13	ΑΣΚΗΣΗ 13η .....	199
3.3.14	ΑΣΚΗΣΗ 14 <sup>η</sup> .....	205
3.3.15	ΑΣΚΗΣΗ 15 <sup>η</sup> .....	210
3.3.16	ΑΣΚΗΣΗ 16 <sup>η</sup> .....	214
3.3.17	ΑΣΚΗΣΗ 17 <sup>η</sup> .....	218
3.4	Αναφορές .....	226

**Κεφάλαιο 4 .....227**

Αρμονικοί ταλαντωτές υψηλών συχνοτήτων ..... 227

(Ταλαντωτές LC) ..... 227

4.1 Εισαγωγή..... 227

4.2 Ταλαντωτής Colpitts ..... 227

4.2.1 Θεώρημα Miller ..... 234

4.2.2 Διαδικασία υπολογισμού συνθηκών DC λειτουργίας..... 237

4.2.3 Διαδικασία υπολογισμού συνθηκών AC λειτουργίας..... 238

4.3 Ταλαντωτής Clapp ..... 241

4.4 Ταλαντωτής κρυστάλλου σε συνδεσμολογία Colpitts..... 245

4.5 Λυμένες ασκήσεις κεφαλαίου..... 250

4.5.1 ΑΣΚΗΣΗ 1η ..... 250

4.5.2 ΑΣΚΗΣΗ 2η ..... 255

4.5.3 ΑΣΚΗΣΗ 3η ..... 260

4.5.4 ΑΣΚΗΣΗ 4η ..... 265

4.5.5 ΑΣΚΗΣΗ 5η ..... 269

4.5.6 ΑΣΚΗΣΗ 6η ..... 273

4.5.7 ΑΣΚΗΣΗ 7η ..... 277

4.5.8 ΑΣΚΗΣΗ 8<sup>η</sup>..... 281

4.5.9 ΑΣΚΗΣΗ 9<sup>η</sup>..... 286

4.5.10 ΑΣΚΗΣΗ 10<sup>η</sup>..... 292

4.5.11 ΑΣΚΗΣΗ 11<sup>η</sup>..... 300

4.5.12 ΑΣΚΗΣΗ 12η..... 305

4.6 Αναφορές ..... 309

**Κεφάλαιο 5 .....311**

ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ..... 311

5.1 Εισαγωγή..... 311

5.2 Γεννήτρια Συναρτήσεων (Συμμετρικής τροφοδοσίας)..... 312

5.2.1 Ρεύμα φόρτισης  $I_C$ ..... 313

5.2.2 Ρεύμα εκφόρτισης  $I_D$ ..... 314

5.2.3	Άνω τάση κατωφλίου $V_{UTP}$ .....	314
5.2.4	Κάτω τάση κατωφλίου $V_{LTP}$ .....	314
5.2.5	Τάση υστέρησης $V_{HYS}$ .....	314
5.2.6	Χρόνος φόρτισης $t_C$ .....	315
5.2.7	Χρόνος εκφόρτισης $t_D$ .....	315
5.2.8	Περίοδος $T$ .....	315
5.2.9	Συχνότητα $f$ .....	315
5.2.10	Σχηματοποιητής ημιτόνικης κυματομορφής .....	316
5.2.11	Παραγωγή πριονωτών κυματομορφών .....	316
5.3	Γεννήτρια συναρτήσεων (Μονοπολικής τροφοδοσίας).....	319
5.4	Λυμένες ασκήσεις κεφαλαίου .....	323
5.4.1	ΑΣΚΗΣΗ 1η .....	323
5.4.2	ΑΣΚΗΣΗ 2 <sup>η</sup> .....	328
5.4.3	ΑΣΚΗΣΗ 3η .....	333
5.4.4	ΑΣΚΗΣΗ 4η .....	337
5.4.5	ΑΣΚΗΣΗ 5η .....	341
5.4.6	ΑΣΚΗΣΗ 6η .....	345
5.4.7	ΑΣΚΗΣΗ 7η .....	349
5.4.8	ΑΣΚΗΣΗ 8η .....	353
5.4.9	ΑΣΚΗΣΗ 9η .....	357
5.4.10	ΑΣΚΗΣΗ 10η .....	361
5.4.11	ΑΣΚΗΣΗ 11η .....	365
5.4.12	ΑΣΚΗΣΗ 12 <sup>η</sup> .....	369
5.4.13	ΑΣΚΗΣΗ 13 <sup>η</sup> .....	373
5.4.14	ΑΣΚΗΣΗ 14 <sup>η</sup> .....	376
5.5	Αναφορές .....	380

## **Κεφάλαιο 6 .....381**

### **ΤΑΛΑΝΤΩΤΕΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΙ ΑΠΟ ΤΑΣΗ ..... 381**

6.1	Εισαγωγή.....	381
6.2	Ταλαντωτής ηρεμίας ελεγχόμενος από τάση (Relaxation VCO) .....	381

6.2.1	VCO ηρεμίας με συμμετρική τροφοδοσία.....	382
6.2.2	VCO ηρεμίας με μονοπολική τροφοδοσία.....	386
6.3	Αρμονικοί ταλαντωτές ελεγχόμενοι από τάση (Harmonic VCO) .....	390
6.3.1	Ταλαντωτής Colpitts ελεγχόμενος από τάση.....	391
6.4	Λυμένες ασκήσεις κεφαλαίου.....	394
6.4.1	ΑΣΚΗΣΗ 1η.....	394
6.4.2	ΑΣΚΗΣΗ 2η.....	398
6.4.3	ΑΣΚΗΣΗ 3η.....	403
6.4.4	ΑΣΚΗΣΗ 4η.....	407
6.4.5	ΑΣΚΗΣΗ 5η.....	412
6.4.6	ΑΣΚΗΣΗ 6η.....	417
6.4.7	ΑΣΚΗΣΗ 7η.....	422
6.4.8	ΑΣΚΗΣΗ 8η.....	426
6.4.9	ΑΣΚΗΣΗ 9η.....	431
6.4.10	ΑΣΚΗΣΗ 10η.....	435
6.4.11	ΑΣΚΗΣΗ 11η.....	441
6.4.12	ΑΣΚΗΣΗ 12η.....	446
6.4.13	ΑΣΚΗΣΗ 13η.....	451
6.4.14	ΑΣΚΗΣΗ 14η.....	456
6.4.15	ΑΣΚΗΣΗ 15η.....	461
6.4.16	ΑΣΚΗΣΗ 16 <sup>η</sup> .....	466
6.5	Αναφορές.....	470

## **Κεφάλαιο 7 .....471**

### **Κυκλώματα Χρονισμού ..... 471**

#### **(Μονοσταθείς πολυδονητές)..... 471**

7.1	Εισαγωγή.....	471
7.2	Μονοσταθής πολυδονητής.....	472
7.2.1	Μονοσταθής πολυδονητής με τρανζίστορ BJT .....	472
7.2.2	Μονοσταθής πολυδονητής με τελεστικό ενισχυτή .....	474
7.2.3	Μονοσταθής πολυδονητής με πύλες CMOS.....	476

7.2.4	Μονοσταθής πολυδονητής με πύλες TTL NAND.....	477
7.3	Το ο.κ. χρονιστή 555.....	479
7.3.1	Περιγραφή ακίδων του χρονιστή 555.....	480
7.4	Κύκλωμα μονοσταθής πολυδονητή με το 555.....	482
7.5	Τροποποιήσεις κυκλώματος μονοσταθής πολυδονητή.....	484
7.5.1	Μεταβολή της τάσης κατωφλίου.....	484
7.5.2	Φόρτιση του πυκνωτή C μέσω διαιρέτη τάσης.....	485
7.5.3	Γραμμική φόρτιση του πυκνωτή C.....	486
7.6	Δισταθής πολυδονητής με το 555.....	488
7.7	Μονοσταθής πολυδονητής με το ο.κ. 74121.....	489
7.8	Το ο.κ. μονοσταθής πολυδονητή 4538.....	492
7.9	Λυμένες ασκήσεις κεφαλαίου.....	494
7.9.1	ΑΣΚΗΣΗ 1η.....	494
7.9.2	ΑΣΚΗΣΗ 2η.....	497
7.9.3	ΑΣΚΗΣΗ 3 <sup>η</sup> .....	500
7.9.4	ΑΣΚΗΣΗ 4 <sup>η</sup> .....	502
7.9.5	ΑΣΚΗΣΗ 5η.....	504
7.9.6	ΑΣΚΗΣΗ 6 <sup>η</sup> .....	507
7.9.7	ΑΣΚΗΣΗ 7η.....	510
7.9.8	ΑΣΚΗΣΗ 8η.....	513
7.9.9	ΑΣΚΗΣΗ 9 <sup>η</sup> .....	516
7.9.10	ΑΣΚΗΣΗ 10 <sup>η</sup> .....	519
7.9.11	ΑΣΚΗΣΗ 11 <sup>η</sup> .....	523
7.9.12	ΑΣΚΗΣΗ 12 <sup>η</sup> .....	526
7.9.13	ΑΣΚΗΣΗ 13 <sup>η</sup> .....	529
7.10	Αναφορές.....	532

**Κεφάλαιο 8 .....533**

**Γεννήτριες τετραγωνικών παλμών..... 533**

**(Ασταθείς πολυδονητές ή Ταλαντωτές ηρεμίας)..... 533**

8.1 Εισαγωγή..... 533

8.2	Ασταθής πολυδονητής με διπολικά τρανζίστορ BJT.....	533
8.3	Ασταθής πολυδονητής με Τελεστικό Ενισχυτή.....	535
8.3.1	Γεννήτρια τετραγωνικών κυματομορφών.....	535
8.3.2	Γεννήτρια τετραγωνικών παλμών.....	537
8.4	Ασταθής πολυδονητής με το 555.....	540
8.4.1	Κύκλωμα ασταθή πολυδονητή με μεταβλητό DC% από 1-99% ... .....	542
8.4.2	Κύκλωμα ασταθή πολυδονητή με μεταβλητό DC% από 1-99% τροφοδοτούμενο από την έξοδο.....	544
8.5	Λυμένες ασκήσεις κεφαλαίου.....	546
8.5.1	ΑΣΚΗΣΗ 1η.....	546
8.5.2	ΑΣΚΗΣΗ 2η.....	551
8.5.3	ΑΣΚΗΣΗ 3η.....	555
8.5.4	ΑΣΚΗΣΗ 4η.....	559
8.5.5	ΑΣΚΗΣΗ 5η.....	563
8.5.6	ΑΣΚΗΣΗ 6η.....	566
8.5.7	ΑΣΚΗΣΗ 7η.....	569
8.5.8	ΑΣΚΗΣΗ 8η.....	573
8.5.9	ΑΣΚΗΣΗ 9η.....	577
8.5.10	ΑΣΚΗΣΗ 10η.....	580
8.5.11	ΑΣΚΗΣΗ 11 <sup>η</sup> .....	584
8.5.12	ΑΣΚΗΣΗ 12 <sup>η</sup> .....	588
8.5.13	ΑΣΚΗΣΗ 13 <sup>η</sup> .....	592
8.5.14	ΑΣΚΗΣΗ 14 <sup>η</sup> .....	596
8.5.15	ΑΣΚΗΣΗ 15η.....	600
8.5.16	ΑΣΚΗΣΗ 16η.....	603
8.5.17	ΑΣΚΗΣΗ 17η.....	606
8.5.18	ΑΣΚΗΣΗ 18η.....	609
8.5.19	ΑΣΚΗΣΗ 19η.....	613
8.5.20	ΑΣΚΗΣΗ 20η.....	616
8.6	Αναφορές.....	620



<b>Κεφάλαιο 9 .....</b>	<b>621</b>
<b>Διαμόρφωση εύρους παλμών .....</b>	<b>621</b>
9.1 Εισαγωγή.....	621
9.2 Μέθοδοι διαμόρφωσης .....	623
9.2.1 Αναλογική γεννήτρια PWM. ....	623
9.2.2 Ο Συγκριτής.....	624
9.3 Γεννήτριες παραγωγής τριγωνικού σήματος .....	628
9.3.1 Γεννήτρια τριγωνικών κυματομορφών υψηλών συχνοτήτων..	628
9.3.2 Γεννήτρια τριγωνικών κυματομορφών με αντιστάσεις βάρους.....	631
9.4 Διαμόρφωση εύρους παλμών (PWM) με ψηφιακό έλεγχο. ....	635
9.5 Διαμόρφωση εύρους παλμών (PWM) με ADC μετατροπέα ....	638
9.6 Διαμόρφωση εύρους παλμών (PWM) με τον χρονιστή 555.....	640
9.6.1 Γεννήτρια PWM με το 555 και το LM311 .....	640
9.6.2 Γεννήτρια PWM με το 555 ελεγχόμενη από την ακίδα 5 (control)	644
9.7 Ενισχυτές σε τάξη D (Class D Amplifiers).....	647
9.7.1 Διαμόρφωση PWM.....	647
9.7.2 Οδηγός βαθμίδα MOSFET .....	649
9.7.3 Διακοπτικός ενισχυτής μισής γέφυρας .....	649
9.7.4 Διακοπτικός ενισχυτής πλήρους γέφυρας.....	651
9.7.5 Σύγκριση τοπολογιών διακοπτικού ενισχυτή .....	652
9.7.6 Απώλειες σε ενισχυτή τάξης D .....	653
9.7.7 Παραμόρφωση στους ενισχυτές τάξης D.....	655
9.7.8 Φίλτρο εξόδου ενισχυτών σε κλάση D .....	656
9.7.9 Μεγάφωνο – Ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα .....	661
9.8 Λυμένες ασκήσεις κεφαλαίου.....	663
9.8.1 ΑΣΚΗΣΗ 1η .....	663
9.8.2 ΑΣΚΗΣΗ 2η .....	666
9.8.3 ΑΣΚΗΣΗ 3 <sup>η</sup> .....	671

9.8.4	ΑΣΚΗΣΗ 4 <sup>η</sup> .....	677
9.8.5	ΑΣΚΗΣΗ 5 <sup>η</sup> .....	685
9.8.6	ΑΣΚΗΣΗ 6 <sup>η</sup> .....	696
9.8.7	ΑΣΚΗΣΗ 7 <sup>η</sup> .....	700
9.8.8	ΑΣΚΗΣΗ 8 <sup>η</sup> .....	706
9.8.9	ΑΣΚΗΣΗ 9 <sup>η</sup> .....	712
9.8.10	ΑΣΚΗΣΗ 10 <sup>η</sup> .....	715
9.9	Αναφορές .....	722

## **Κεφάλαιο 10 .....723**

### **Τελεστικοί ενισχυτές ανάδρασης ρεύματος(CFOA)..... 723**

10.1	Εισαγωγή.....	723
10.2	Το μοντέλο ενός CFOA .....	724
10.2.1	Το ιδανικό μοντέλο CFOA .....	725
10.2.2	Μη αναστρέφων ενισχυτής χρησιμοποιώντας το ιδανικό μοντέλο CFOA.....	726
10.2.3	Αναστρέφων ενισχυτής χρησιμοποιώντας το ιδανικό μοντέλο CFOA .....	728
10.2.4	Μοντέλο CFOA εξαρτώμενο από τη συχνότητα .....	729
10.2.5	Ανάδραση σε μοντέλο CFOA εξαρτώμενο από τη συχνότητα.. .....	731
10.3	Οι CFOA σε RF εφαρμογές.....	734
10.4	Λυμένες ασκήσεις κεφαλαίου.....	736
10.4.1	ΑΣΚΗΣΗ 1 <sup>η</sup> .....	736
10.4.2	ΑΣΚΗΣΗ 2 <sup>η</sup> .....	738
10.4.3	ΑΣΚΗΣΗ 3 <sup>η</sup> .....	740
10.4.4	ΑΣΚΗΣΗ 4 <sup>η</sup> .....	742
10.4.5	ΑΣΚΗΣΗ 5 <sup>η</sup> .....	744
10.5	Αναφορές .....	746

<b>Κεφάλαιο 11 .....</b>	<b>747</b>
<b>Βρόχος κλειδωμένης φάσης (PLL) .....</b>	<b>747</b>
11.1 Εισαγωγή.....	747
11.2 Βαθμίδες που αποτελούν το PLL.....	749
11.2.1 Ο ανιχνευτής φάσης (Phase detector) .....	749
11.3 Ταλαντωτής ελεγχόμενος από τάση (VCO) .....	752
11.4 Σχεδιασμός PLL.....	753
11.4.1 Κλείνοντας το βρόχο.....	753
11.4.2 Περιοχή κλειδώματος (lock range) και περιοχή σύλληψης (capture range) ενός PLL .....	754
11.5 Εφαρμογές PLL .....	755
11.5.1 Πολλαπλασιαστής συχνότητας .....	755
11.5.2 Κλασματική σύνθεση συχνοτήτων .....	756
11.5.3 Αποδιαμόρφωση FM .....	757
11.5.4 Αποδιαμόρφωση AM.....	758
11.5.5 Ψηφιακή αποδιαμόρφωση .....	759
11.6 Λυμένες ασκήσεις κεφαλαίου.....	761
11.6.1 Άσκηση 1 <sup>η</sup> .....	761
11.6.2 Άσκηση 2 <sup>η</sup> .....	767
11.6.3 Άσκηση 3 <sup>η</sup> .....	771
11.6.4 Άσκηση 4 <sup>η</sup> .....	778
11.7 Αναφορές .....	785
 <b>Παράρτημα .....</b>	 <b>787</b>
<b>Ενισχυτές ισχύος υψηλών συχνοτήτων (RF) – Πυκνωτές - Συντονιζόμενα κυκλώματα παραλλήλου και σειράς LC - Κρύσταλλοι.....</b>	<b>787</b>
11.1 Τάξεις λειτουργίας ενισχυτών ισχύος RF .....	787
11.2 Γραμμικοί ενισχυτές .....	789
11.2.1 Τάξη ενισχυτών A.....	789
11.2.2 Τάξη ενισχυτών B.....	791

11.2.3	Τάξη ενισχυτών AB .....	794
11.2.4	Τάξη ενισχυτών C .....	795
11.3	Διακοπτικοί ενισχυτές .....	798
11.3.1	Τάξη ενισχυτών D .....	798
11.3.2	Τάξη ενισχυτών E .....	800
11.3.3	Τάξη ενισχυτών F .....	802
11.4	Κριτήρια επιλογής πυκνωτών .....	805
11.4.1	Μοντέλο του πραγματικού πυκνωτή .....	805
11.5	Κύκλωμα παραλλήλου συντονισμού LC .....	811
11.5.1	Συντελεστής ποιότητας Q κυκλώματος παραλλήλου συντονισμού .....	813
11.6	Κύκλωμα συντονισμού σειράς LC .....	820
11.6.1	Συντελεστής ποιότητας Q .....	821
11.7	Βασική θεωρία κρυστάλλων .....	823
11.8	Αναφορές .....	830