

# Περιεχόμενα

Πίνακες Συμβόλων .....	xiv
------------------------	-----

ΜΕΡΟΣ Α .....	1
ΜΟΝΙΜΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ .....	1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγικές Έννοιες .....	3
---------------------------------------	---

1.1 Το αντικείμενο της θεωρίας των ηλεκτρικών κυκλωμάτων .....	3
1.2 Φυσικά και μαθηματικά μοντέλα .....	4
1.3 Συγκεντρωμένα και κατανομημένα κυκλώματα .....	5
1.4 Ορισμοί – Φορές αναφοράς .....	6
1.5 Οι θεμελιώδεις νόμοι της θεωρίας των κυκλωμάτων .....	7
1.5-1 Ο νόμος των ρευμάτων του Kirchhoff .....	7
1.5-2 Ο νόμος των τάσεων του Kirchhoff .....	9
1.5-3 Το θεώρημα του Tellegen .....	9
1.6 Γενίκευση του νόμου των ρευμάτων. Ομάδα διαχωρισμού .....	11
1.7 Προβλήματα .....	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Στοιχεία Δύο Ακροδεκτών .....	15
---	----

2.1 Η σχέση $v-i$ των στοιχείων δύο ακροδεκτών .....	15
2.2 Αντιστάτης .....	17
2.2-1 Ομική αντίσταση και αγωγιμότητα .....	17
2.2-2 Βραχυκύκλωμα, ανοικτό κύκλωμα και διακόπτης .....	18
2.2-3 Μη γραμμικοί αντιστάτες .....	19
2.2-4 Στατική και δυναμική αντίσταση μη γραμμικού αντιστάτη .....	20
2.2-5 Αμφίδρομα και μονόδρομα στοιχεία .....	21
2.3 Πηγές τάσης και ρεύματος .....	22
2.3-1 Ανεξάρτητη πηγή τάσης .....	22
2.3-2 Ανεξάρτητη πηγή ρεύματος .....	22
2.3-3 Εξαρτημένες πηγές τάσης και ρεύματος .....	23
2.4 Πυκνωτής .....	23
2.4-1 Γραμμικός χρονικά αμετάβλητος πυκνωτής .....	24
2.4-2 Συνέχεια της τάσης του γραμμικού χρονικά αμετάβλητου πυκνωτή .....	25
2.4-3 Γραμμικός χρονικά μεταβαλλόμενος πυκνωτής .....	26
2.5 Πηνίο .....	26
2.5-1 Γραμμικό χρονικά αμετάβλητο πηνίο .....	27
2.5-2 Μη γραμμικό πηνίο .....	28
2.6 Δυαδικότητα .....	30
2.7 Τα πραγματικά στοιχεία δυο ακροδεκτών .....	30
2.8 Ισχύς και ενέργεια .....	30
2.8-1 Ισχύς και ενέργεια στον γραμμικό χρονικά αμετάβλητο αντιστάτη .....	32
2.8-2 Ισχύς και ενέργεια στις πηγές τάσης και ρεύματος .....	33
2.8-3 Ισχύς και ενέργεια στον πυκνωτή .....	33
2.8-4 Ισχύς και ενέργεια στο πηνίο .....	35
2.9 Προβλήματα .....	36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Κυκλώματα Δύο Ακροδεκτών .....	39
--	----

3.1 Εξωτερική περιγραφή των ηλεκτρικών κυκλωμάτων .....	39
3.2 Ισοδύναμα κυκλώματα δυο ακροδεκτών .....	40
3.2-1 Σύνδεση αντιστατών εν σειρά .....	40
3.2-2 Σύνδεση ιδανικών πηγών τάσης εν σειρά .....	42
3.2-3 Σύνδεση ιδανικών πηγών ρεύματος εν σειρά .....	42
3.2-4 Σύνδεση αντιστατών εν παραλλήλω .....	42

3.2-5 Σύνδεση ιδανικών πηγών εν παραλλήλω .....	44
3.2-6 Σύνδεση πυκνωτών εν σειρά .....	44
3.2-7 Σύνδεση πυκνωτών εν παραλλήλω .....	45
3.2-8 Σύνδεση πηγών εν σειρά .....	46
3.2-9 Σύνδεση πηγών εν παραλλήλω .....	47
3.3 Δυσαικτικότητα .....	48
3.4 Κυκλώματα δύο ακροδεκτών με διαφορετικά στοιχεία .....	48
3.4-1 Πραγματική πηγή τάσης .....	48
3.4-2 Πραγματική πηγή ρεύματος .....	49
3.4-3 Ισοδυναμία πραγματικών πηγών τάσης και ρεύματος .....	50
3.4-4 Μέγιστη μεταφορά ισχύος. Διαθέσιμη ισχύς της πραγματικής πηγής .....	50
3.4-5 Παράλληλη σύνδεση πραγματικών πηγών τάσης. Θεώρημα του Millman .....	51
3.4-6 Σύνδεση ιδανικής πηγής τάσης με στοιχεία δύο ακροδεκτών εν παραλλήλω .....	52
3.4-7 Σύνδεση ιδανικής πηγής ρεύματος με στοιχεία δύο ακροδεκτών εν σειρά .....	53
3.5 Προβλήματα .....	54
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Σήματα .....</b>	<b>59</b>
4.1 Ταξινόμηση των σημάτων .....	59
4.2 Περιοδικά σήματα .....	60
4.2-1 Ημιτονοειδές σήμα .....	61
4.2-2 Περιοδικά μη ημιτονοειδή σήματα .....	61
4.2-3 Μέση και ενεργός τιμή σήματος .....	62
4.3 Σήματα δοκιμής .....	63
4.3-1 Μοναδιαία συνάρτηση βήματος .....	63
4.3-2 Μοναδιαία κλίση και μοναδιαία παραβολή .....	64
4.3-3 Ορθογώνιος παλμός .....	65
4.3-4 Μοναδιαία ώση .....	65
4.4 Εκθετικά σήματα .....	66
4.4-1 Εκθετική απόσβεση, εκθετική αύξηση και συνεχές σήμα .....	67
4.4-2 Ημιτονοειδές σήμα .....	67
4.4-3 Φθίνουσα και αύξουσα ταλάντωση .....	69
4.4-4 Μιγαδική συχνότητα .....	70
4.4-5 Η σημασία του εκθετικού σήματος .....	70
4.5 Προβλήματα .....	71
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Κυκλώματα με Ημιτονοειδή Διέγερση .....</b>	<b>75</b>
5.1 Ολική απόκριση του κυκλώματος .....	75
5.2 Ημιτονοειδής κατάσταση ισορροπίας .....	77
5.2-1 Μέθοδος των προσδιοριστέων συντελεστών .....	77
5.2-2 Μέθοδος των στρεφόμενων διανυσμάτων .....	78
5.3 Μετασχηματισμός στο πεδίο της συχνότητας .....	81
5.3-1 Η σημασία των μετασχηματισμών .....	81
5.3-2 Μετασχηματισμός στο πεδίο της συχνότητας .....	81
5.3-3 Ιδιότητες του τελεστή $T_\omega$ .....	84
5.4 Εκφράσεις των στρεφόμενων διανυσμάτων .....	86
5.5 Πράξεις με στρεφόμενα διανύσματα .....	86
5.5-1 Πρόσθεση και αφαίρεση .....	86
5.5-2 Πολλαπλασιασμός .....	87
5.5-3 Διαίρεση .....	87
5.5-4 Ύψωση σε δύναμη .....	87
5.5-5 Λογαρίθμηση .....	87
5.5-6 Πολλαπλασιασμός του διανύσματος επί τη φανταστική μονάδα $j$ .....	88
5.5-7 Συμβολισμοί .....	90
5.6 Μετασχηματισμός του κυκλώματος .....	91
5.6-1 Οι νόμοι του Kirchhoff στο πεδίο της συχνότητας .....	91
5.6-2 Μετασχηματισμός της ολοκληροδιαφορικής εξίσωσης .....	92
5.6-3 Μετασχηματισμός της ομικής αντίστασης .....	93
5.6-4 Μετασχηματισμός της χωρητικότητας .....	94
5.6-5 Μετασχηματισμός της αυτεπαγωγής .....	96
5.6-6 Διαδικασία μετασχηματισμού του κυκλώματος .....	98
5.7 Προβλήματα .....	99
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Κυκλώματα Δύο Ακροδεκτών στο Πεδίο της Συχνότητας .....</b>	<b>103</b>
6.1 Συναρτήσεις εισόδου .....	103
6.1-1 Σύνθετη αντίσταση εισόδου .....	103

6.1-2 Σύνθετη αγωγιμότητα εισόδου .....	105
6.1-3 Ισοδυναμία της σύνθετης αντίστασης και αγωγιμότητας εισόδου .....	106
6.2 Ισοδύναμα κυκλώματα δύο ακροδεκτών .....	108
6.2-1 Σύνδεση σύνθετων αντιστάσεων εν σειρά .....	108
6.2-2 Σύνδεση σύνθετων αγωγιμοτήτων εν παράλληλω .....	111
6.2-3 Μικτή σύνδεση σύνθετων αντιστάσεων .....	113
6.2-4 Ισοδυναμία κλάδου με στοιχεία εν σειρά και εν παράλληλω .....	114
6.3 Απλά κυκλώματα στο πεδίο της συχνότητας .....	117
6.3-1 Καταμεριστής τάσης - Συνάρτηση μεταφοράς τάσης .....	117
6.3-2 Καταμεριστής ρεύματος - Συνάρτηση μεταφοράς ρεύματος .....	119
6.3-3 Κλιμακωτά κυκλώματα .....	120
6.4 Προβλήματα .....	121
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>125</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Απόκριση Συχνότητας (I) .....</b>	<b>127</b>
7.1 Απόκριση συχνότητας κυκλώματος RC εν σειρά .....	127
7.1-1 Επίδραση της γωνιακής συχνότητας στη σύνθετη αντίσταση εισόδου .....	127
7.1-2 Φίλτρο RC διέλευσης χαμηλών συχνοτήτων .....	129
7.1-3 Φίλτρο RC διέλευσης υψηλών συχνοτήτων .....	130
7.2 Απόκριση συχνότητας κυκλώματος RLC εν σειρά .....	132
7.2-1 Επίδραση της γωνιακής συχνότητας στη σύνθετη αντίσταση εισόδου .....	132
7.2-2 Φίλτρο διέλευσης ζώνης συχνοτήτων .....	135
7.2-3 Φίλτρο αποκοπής ζώνης συχνοτήτων .....	137
7.3 Απόκριση συχνότητας κυκλώματος RLC εν παράλληλω .....	138
7.3-1 Επίδραση της γωνιακής συχνότητας στη σύνθετη αντίσταση εισόδου .....	139
7.4 Μετρήσεις στα κυκλώματα συντονισμού .....	141
7.5 Προβλήματα .....	143
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>147</b>
<b>Κεφάλαιο 8: Γενικές Μέθοδοι Ανάλυσης των Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων (I) .....</b>	<b>149</b>
8.1 Παθητικά κυκλώματα .....	149
8.1-1 Μέθοδος των απλών βρόχων. Παρουσίαση της μεθόδου .....	149
8.1-2 Γενίκευση της μεθόδου των απλών βρόχων .....	152
8.1-3 Μέθοδος των σύνθετων βρόχων .....	155
8.1-4 Μέθοδος των κόμβων. Παρουσίαση της μεθόδου .....	156
8.1-5 Γενίκευση της μεθόδου των κόμβων .....	158
8.1-6 Οι μέθοδοι βρόχων και κόμβων σε κυκλώματα με δύο είδη πηγών .....	161
8.1-7 Σύγκριση των μεθόδων βρόχων και κόμβων .....	161
8.2 Ενεργά κυκλώματα .....	162
8.2-1 Εφαρμογή της μεθόδου των απλών βρόχων .....	162
8.2-2 Εφαρμογή της μεθόδου των κόμβων .....	164
8.3 Προβλήματα .....	166
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>172</b>
<b>Κεφάλαιο 9: Αρχές και Θεωρήματα των Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων .....</b>	<b>177</b>
9.1 Αρχή της επαλληλίας .....	177
9.1-1 Εφαρμογή της αρχής της επαλληλίας στο πεδίο της συχνότητας .....	178
9.2 Θεώρημα της αντικατάστασης .....	180
9.2-1 Εφαρμογές του θεωρήματος της αντικατάστασης .....	182
9.3 Θεωρήματα Thévenin και Norton .....	189
9.3-1 Απόδειξη των θεωρημάτων Thévenin και Norton .....	190
9.3-2 Ισοδύναμα κατά Thévenin-Norton συζευγμένων κυκλωμάτων .....	194
9.3-3 Εφαρμογές των θεωρημάτων Thévenin-Norton .....	196
9.4 Μετατόπιση των πηγών .....	198
9.4-1 Μετατόπιση πηγών τάσης .....	198
9.4-2 Μετατόπιση πηγών ρεύματος .....	200
9.5 Συμμετρικά κυκλώματα .....	202
9.5-1 Συμμετρία ως προς κατακόρυφο άξονα και συμμετρικές πηγές .....	202
9.5-2 Συμμετρία ως προς κατακόρυφο άξονα και αντισυμμετρικές πηγές .....	204
9.5-3 Γενική περίπτωση συμμετρικού κυκλώματος .....	205
9.5-4 Συμμετρικά κυκλώματα με διασταυρωμένους αγωγούς .....	207
9.5-5 Αντισυμμετρικά κυκλώματα με διασταυρωμένους αγωγούς .....	208
9.6 Θεώρημα του Miller .....	210
9.7 Προβλήματα .....	214
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>223</b>

<b>Κεφάλαιο 10: Κυκλώματα με Μαγνητική Σύζευξη .....</b>	<b>231</b>
10.1 Συζευγμένα πηνία .....	231
10.1-1 Σχέση μεταξύ των συντελεστών αμοιβαίας επαγωγής .....	232
10.1-2 Πρόσημο του συντελεστή αμοιβαίας επαγωγής .....	234
10.1-3 Συντελεστής σύζευξης .....	235
10.1-4 Πίνακας επαγωγών και αντίστροφη επαγωγή .....	236
10.1-5 Σύνδεση συζευγμένων πηνίων εν σειρά .....	237
10.1-6 Σύνδεση συζευγμένων πηνίων εν παραλλήλω .....	238
10.2 Μετασχηματιστής .....	239
10.2-1 Μετασχηματιστής με τέλεια σύζευξη .....	240
10.2-2 Ιδανικός μετασχηματιστής .....	241
10.2-3 Ισοδύναμο κύκλωμα του μετασχηματιστή με τέλεια σύζευξη .....	242
10.2-4 Μη ιδανικός μετασχηματιστής .....	243
10.2-5 Πραγματικός μετασχηματιστής .....	244
10.3 Συζευγμένα κυκλώματα στο πεδίο της συχνότητας .....	245
10.3-1 Ισοδύναμο κυκλώματα .....	245
10.3-2 Ανακλώμενη σύνθετη αντίσταση .....	246
10.3-3 Ανακλώμενη σύνθετη αντίσταση του ιδανικού μετασχηματιστή .....	247
10.3-4 Γενικές μέθοδοι ανάλυσης στα κυκλώματα με μαγνητική σύζευξη .....	248
10.4 Προβλήματα .....	250
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>256</b>
<b>Κεφάλαιο 11: Ισχύς σε Κυκλώματα με Ημιτονοειδή Διέγερση .....</b>	<b>263</b>
11.1 Ισχύς στο πεδίο του χρόνου .....	263
11.1-1 Ενεργός και άεργος ισχύς .....	263
11.1-2 Ροή της ισχύος στα παθητικά κυκλώματα .....	265
11.1-3 Μέση αποθηκευμένη ενέργεια στα στοιχεία L και C .....	266
11.1-4 Ενεργός ισχύς και αρχή της επαλληλίας .....	267
11.2 Ισχύς στο πεδίο της συχνότητας .....	271
11.2-1 Μιγαδική ισχύς .....	271
11.2-2 Μιγαδική ισχύς και συναρτήσεις εισόδου .....	272
11.2-3 Τρίγωνο ισχύος .....	274
11.2-4 Διατήρηση της μιγαδικής ισχύος. Θεώρημα του Tellegen .....	275
11.2-5 Φυσική σημασία της αέργου ισχύος .....	276
11.2-6 Σύνθετη αντίσταση εισόδου παθητικού κυκλώματος .....	277
11.2-7 Συντονισμός .....	278
11.3 Συντελεστής ισχύος .....	279
11.3-1 Λειτουργικές και οικονομικές και επιπτώσεις του συντελεστή ισχύος .....	279
11.3-2 Βελτίωση του συντελεστή ισχύος .....	281
11.4 Μεταφορά ισχύος .....	283
11.4-1 Ικανότητα μεταφοράς ισχύος .....	283
11.4-2 Θεώρημα μέγιστης μεταφοράς ισχύος .....	284
11.4-3 Τεχνητή προσαρμογή σύνθετων αντιστάσεων .....	286
11.4-4 Προσαρμογή με ιδανικό μετασχηματιστή .....	287
11.4-5 Μεταφερόμενη και ανακλώμενη ισχύς .....	288
11.5 Μέτρηση της ισχύος .....	289
11.5-1 Μέτρηση της ισχύος σε κυκλώματα με συνεχή διέγερση .....	289
11.5-2 Μέτρηση της ισχύος σε κυκλώματα με ημιτονοειδή διέγερση .....	289
11.6 Προβλήματα .....	291
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>298</b>
<b>Κεφάλαιο 12: Κυκλώματα με Περιοδική Διέγερση .....</b>	<b>303</b>
12.1 Αρμονικές συχνότητες και φάσμα συχνοτήτων .....	303
12.2 Ύπαρξη της σειράς Fourier .....	304
12.3 Υπολογισμός των συντελεστών Fourier .....	305
12.3-1 Υπολογισμός του συντελεστή $a_0$ .....	306
12.3-2 Υπολογισμός των συντελεστών $a_n$ .....	306
12.3-3 Υπολογισμός των συντελεστών $b_n$ .....	306
12.4 Επίδραση της συμμετρίας του σήματος στους συντελεστές Fourier .....	308
12.4-1 Άαρτιες και περιττές συναρτήσεις .....	308
12.4-2 Συντελεστές Fourier άρτιων συναρτήσεων .....	309
12.4-3 Συντελεστές Fourier περιττών συναρτήσεων .....	310
12.4-4 Συντελεστές Fourier σημάτων με συμμετρία μισού κύματος .....	312
12.4-5 Το φάσμα του συρμού ορθογώνιων παλμών .....	313
12.5 Εκθετική σειρά Fourier .....	314
12.6 Διαφόριση, ολοκλήρωση και χρονική καθυστέρηση των σειρών Fourier .....	317

12.6-1 Διαφόριση .....	317
12.6-2 Ολοκλήρωση .....	318
12.6-3 Χρονική καθυστέρηση .....	318
12.7 Αποκομμένες σειρές Fourier .....	319
12.7-1 Θεώρημα του Parseval .....	319
12.7-2 Εύρος ζώνης συχνотήτων σήματος .....	321
12.8 Εφαρμογές της ανάλυσης Fourier στα ηλεκτρικά κυκλώματα .....	321
12.8-1 Ανάλυση κυκλώματος με περιοδική μη ημιτονοειδή διέγερση .....	321
12.8-2 Παραμόρφωση πλάτους και παραμόρφωση φάσης .....	324
12.8-3 Συντελεστές μορφής, κυμάτωσης, ύψους και παραμόρφωσης .....	326
12.8-4 Ενεργός ισχύς σε κυκλώματα με περιοδική διέγερση .....	329
12.8-5 Άεργος ισχύς και ισχύς παραμόρφωσης .....	330
12.9 Προβλήματα .....	334
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>341</b>
<b>Κεφάλαιο 13: Τριφασικά Κυκλώματα .....</b>	<b>347</b>
13.1 Τριφασική πηγή τάσης .....	347
13.1-1 Τριφασική πηγή σε αστέρα .....	348
13.1-2 Τριφασική πηγή σε τρίγωνο .....	349
13.1-3 Μετασχηματισμοί των τριφασικών πηγών .....	350
13.2 Τριφασικό φορτίο .....	351
13.3 Συμμετρικό τριφασικό σύστημα .....	351
13.3-1 Συμμετρικό τριφασικό σύστημα σε συνδεσμολογία Υ-Υ .....	351
13.3-2 Ισοδύναμο μονοφασικό κύκλωμα .....	353
13.3-3 Συμμετρικό Δ-Δ τριφασικό σύστημα .....	354
13.3-4 Η ισχύς στα τριφασικά συμμετρικά συστήματα .....	356
13.3-5 Σύγκριση των μονοφασικών και τριφασικών συστημάτων .....	358
13.4 Ασύμμετρα τριφασικά συστήματα .....	360
13.4-1 Ασύμμετρο Υ-Υ τριφασικό σύστημα .....	360
13.4-2 Ασύμμετρο Δ-Δ τριφασικό σύστημα .....	364
13.4-3 Η μέθοδος των συμμετρικών συνιστωσών .....	364
13.4-4 Ανάλυση με τη μέθοδο των συμμετρικών συνιστωσών .....	368
13.4-5 Μέτρηση των συμμετρικών συνιστωσών .....	373
13.5 Μέτρηση ισχύος στα τριφασικά συστήματα .....	374
13.5-1 Η μέθοδος των δύο βατομέτρων .....	376
13.5-2 Μέτρηση του συντελεστή ισχύος .....	377
13.6 Επίδραση των αρμονικών σε συμμετρικά τριφασικά συστήματα .....	377
13.6-1 Τριφασικό σύστημα Υ-Υ .....	379
13.7 Προβλήματα .....	383
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>388</b>
<b>Κεφάλαιο 14: Γενικές Μέθοδοι Ανάλυσης Κυκλωμάτων (II) .....</b>	<b>391</b>
14.1 Στοιχεία από τη θεωρία των γραφημάτων .....	391
14.1-1 Ορισμοί .....	391
14.1-2 Βρόχοι και ομάδες διαχωρισμού .....	393
14.2 Γενικευμένη μέθοδος κόμβων .....	395
14.2-1 Νόμος των ρευμάτων του Kirchhoff .....	395
14.2-2 Σχέση ανάμεσα στις τάσεις των κόμβων και των κλάδων .....	396
14.2-3 Σχέση $v-i$ των παθητικών κλάδων στο πεδίο της συχνότητας .....	397
14.2-4 Εξισώσεις κόμβων παθητικών κυκλωμάτων .....	398
14.2-5 Παθητικά κυκλώματα με μαγνητική σύζευξη .....	400
14.2-6 Ενεργά κυκλώματα .....	402
14.3 Γενικευμένη μέθοδος των απλών βρόχων .....	403
14.3-1 Νόμος των τάσεων του Kirchhoff .....	403
14.3-2 Σχέση ανάμεσα στα ρεύματα των κλάδων και των βρόχων .....	405
14.3-3 Εξισώσεις απλών βρόχων .....	405
14.3-4 Κυκλώματα με μαγνητική σύζευξη .....	407
14.3-5 Ενεργά κυκλώματα .....	408
14.3-6 Σύγκριση των μεθόδων ανάλυσης κόμβων και απλών βρόχων .....	410
14.4 Το θεώρημα του Tellegen .....	410
14.5 Μέθοδος των βασικών ομάδων διαχωρισμού .....	412
14.5-1 Πίνακας βασικών ομάδων διαχωρισμού .....	412
14.5-2 Εξισώσεις βασικών ομάδων διαχωρισμού .....	413
14.5-3 Σύγκριση των μεθόδων κόμβων και βασικών ομάδων διαχωρισμού .....	415
14.6 Μέθοδος των βασικών βρόχων .....	415
14.6-1 Πίνακας βασικών βρόχων .....	416

14.6-2 Εξισώσεις βασικών βρόχων .....	416
14.6-3 Σύγκριση των μεθόδων απλών και βασικών βρόχων .....	418
14.7 Σύγκριση των μεθόδων βασικών βρόχων και ομάδων διαχωρισμού .....	418
14.8 Προβλήματα .....	419
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>425</b>
<b>Κεφάλαιο 15: Τετράπολα .....</b>	<b>431</b>
15.1 Γενική περιγραφή των τετραπόλων .....	431
15.2 Περιγραφή των τετραπόλων με τις y-παραμέτρους .....	432
15.2-1 Φυσική σημασία των y-παραμέτρων .....	433
15.2-2 Προσδιορισμός των y-παραμέτρων .....	434
15.3 Περιγραφή των τετραπόλων με τις z-παραμέτρους .....	435
15.3-1 Φυσική σημασία των z-παραμέτρων .....	435
15.3-2 Προσδιορισμός των z-παραμέτρων .....	436
15.4 Αμοιβαιότητα και συμμετρία .....	437
15.5 Ισοδυναμία παραμέτρων .....	438
15.5-1 Μετασχηματισμός Αστέρα-Τριγώνου (Υ-Δ). Τύποι του Kennely .....	439
15.6 Υλοποίηση τετραπόλων .....	441
15.6-1 Υλοποίηση αμοιβαίων τετραπόλων .....	441
15.6-2 Υλοποίηση μη αμοιβαίων τετραπόλων .....	443
15.7 Υβριδικές παράμετροι .....	445
15.7-1 Προσδιορισμός και φυσική σημασία των υβριδικών παραμέτρων .....	445
15.7-2 Ισοδυναμία των υβριδικών και των z-παραμέτρων .....	446
15.7-3 Αντίστροφες υβριδικές παράμετροι .....	447
15.8 Παράμετροι μεταφοράς .....	447
15.8-1 Προσδιορισμός και φυσική σημασία των παραμέτρων μεταφοράς .....	447
15.8-2 Ισοδυναμία των παραμέτρων μεταφοράς και των z-παραμέτρων .....	448
15.8-3 Αντίστροφοι παράμετροι μεταφοράς .....	449
15.8-4 Ισοδυναμία παραμέτρων .....	449
15.9 Σύνδεση τετραπόλου με πραγματική πηγή και φορτίο .....	450
15.10-1 Σύνθετες αντιστάσεις εικόνες .....	453
15.10-2 Επαναλαμβανόμενες σύνθετες αντιστάσεις .....	453
15.10-3 Χαρακτηριστική σύνθετη αντίσταση τετραπόλου .....	454
15.11 Μετασχηματισμός σύνθετων αντιστάσεων .....	454
15.11-1 Θετικός μετατροπέας σύνθετης αντίστασης .....	455
15.11-2 Αρνητικός μετατροπέας σύνθετης αντίστασης .....	455
15.11-3 Αντιστροφέας σύνθετης αντίστασης .....	456
15.12 Σύνδεση τετραπόλων .....	458
15.12-1 Σύνδεση τετραπόλων σε αλυσίδα .....	458
15.12-2 Σύνδεση τετραπόλων εν σειρά .....	460
15.12-3 Σύνδεση τετραπόλων εν παραλλήλω .....	462
15.12-4 Μικτή σύνδεση τετραπόλων: είσοδοι εν σειρά-έξοδοι εν παραλλήλω .....	465
15.12-5 Μικτή σύνδεση τετραπόλων: είσοδοι εν παραλλήλω - έξοδοι εν σειρά .....	467
15.12-6 Σύνδεση τετραπόλων μέσω μετασχηματιστή .....	467
15.13 Προβλήματα .....	467
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>473</b>
<b>Κεφάλαιο 16: Εξαρτημένες Πηγές και Τελεστικός Ενισχυτής .....</b>	<b>477</b>
16.1 Εξαρτημένες πηγές .....	477
16.1-1 Είδη εξαρτημένων πηγών .....	477
16.1-2 Ο ενεργός χαρακτήρας των εξαρτημένων πηγών .....	478
16.2 Ενισχυτικές διατάξεις .....	479
16.2-1 Ενισχυτής τάσης .....	479
16.2-2 Ενισχυτής ρεύματος .....	480
16.2-3 Ενισχυτής διαγωγιμότητας .....	481
16.2-4 Ενισχυτής διαντίστασης .....	481
16.3 Τελεστικός ενισχυτής .....	481
16.3-1 Βασικά χαρακτηριστικά του τελεστικού ενισχυτή .....	481
16.3-2 Ιδανικός τελεστικός ενισχυτής .....	483
16.3-3 Ευστάθεια και ανάδραση .....	483
16.3-4 Βασικές συνδεσμολογίες του τελεστικού ενισχυτή .....	486
16.3-5 Ανάλυση της αναστρέφουσας συνδεσμολογίας .....	486
16.3-6 Ανάλυση της μη αναστρέφουσας συνδεσμολογίας .....	489
16.3-7 Ανάλυση με τη βοήθεια του μοντέλου του ιδανικού τελεστικού ενισχυτή .....	491
16.3-8 Ιδιάζοντα στοιχεία δύο ακροδεκτών .....	497
16.3-9 Διαφορά γης και φαινομενικής γης .....	497



16.3-10 Επίδραση και εξουδετέρωση της επίδρασης της ατελούς γείωσης .....	500
16.4 Εφαρμογές των τελεστικών ενισχυτών .....	501
16.4-1 Υλοποίηση εξαρτημένων πηγών .....	501
16.4-2 Εκτέλεση μαθηματικών πράξεων .....	504
16.4-3 Υλοποίηση μετατροπών σύνθετης αντίστασης .....	508
16.5 Τελεστικοί ενισχυτές στο πεδίο της συχνότητας .....	511
16.5-1 Οι βασικές συνδεσμολογίες στο πεδίο της συχνότητας .....	511
16.5-2 Γενική κυκλωματική τοπολογία των ενεργών φίλτρων .....	512
16.6 Προβλήματα .....	513
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ</b> .....	<b>521</b>
<b>ΜΕΡΟΣ Β:</b> .....	<b>529</b>
<b>ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ</b> .....	<b>529</b>
<b>Κεφάλαιο 17: Μεταβατικά Φαινόμενα, Εισαγωγικές Έννοιες</b> .....	<b>531</b>
17.1 Ο διακόπτης .....	531
17.1-1 Ο ιδανικός διακόπτης .....	531
17.1-2 Ο πραγματικός διακόπτης .....	533
17.2 Δυναμική συμπεριφορά των στοιχείων R, L και C .....	534
17.2-1 Σχέσεις v-i των στοιχείων R, L και C .....	534
17.2-2 Ενέργεια αποθηκευμένη στο πηνίο και στον πυκνωτή .....	534
17.2-3 Ισοδύναμο κύκλωμα του πηνίου .....	535
17.2-4 Ισοδύναμο κύκλωμα του πυκνωτή .....	537
17.2-5 Συμπεριφορά του πηνίου και του πυκνωτή στο χρονικό διάστημα $(0, 0_+)$ .....	538
17.3 Εκφυλισμένα κυκλώματα .....	540
17.3-1 Η έννοια του εκφυλισμού .....	540
17.3-2 Υπολογισμός των “αλμάτων” του ρεύματος και της τάσης .....	541
17.3-3 Ενεργειακή συμπεριφορά των εκφυλισμένων κυκλωμάτων .....	544
17.4 Βαθμός πολυπλοκότητας ηλεκτρικού κυκλώματος .....	547
17.5 Πρακτική εφαρμογή .....	547
17.5-1 Αντιστάτης ελεύθερης ροής .....	547
17.6 Προβλήματα .....	550
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ</b> .....	<b>554</b>
<b>Κεφάλαιο 18: Μεταβατικά Φαινόμενα στα Κυκλώματα Πρώτης Τάξης</b> .....	<b>559</b>
18.1 Περιγραφή των κυκλωμάτων πρώτης τάξης .....	559
18.2 Μη οδηγούμενα κυκλώματα πρώτης τάξης .....	563
18.3 Σχόλια στην απόκριση του μη οδηγούμενου κυκλώματος .....	567
18.3-1 Έννοιες και ορισμοί .....	567
18.3-2 Ευστάθεια .....	567
18.3-3 Φυσική συχνότητα και σταθερά χρόνου .....	568
18.4 Οδηγούμενα κυκλώματα πρώτης τάξης .....	571
18.5 Σχόλια στην απόκριση του οδηγούμενου κυκλώματος .....	574
18.5-1 Έννοιες και ορισμοί .....	574
18.5-2 Ευστάθεια .....	575
18.5-3 Μόνιμη κατάσταση ισορροπίας .....	575
18.6 Στατική μόνιμη κατάσταση ισορροπίας και ολική απόκριση .....	577
18.6-1 Συμπεριφορά των στοιχείων L και C στη μόνιμη κατάσταση ισορροπίας .....	577
18.6-2 Ολική απόκριση συναρτήσει της αρχικής και της τελικής κατάστασης .....	578
18.7 Περιοδική κατάσταση ισορροπίας και ολική απόκριση .....	581
18.8 Απόκριση σε εκθετική είσοδο - Συντονισμός .....	584
18.9 Απόκριση σε οποιαδήποτε είσοδο .....	585
18.10 Κρουστική απόκριση .....	588
18.11 Βηματική απόκριση .....	590
18.12 Πρακτικές εφαρμογές .....	592
18.12-1 Μεταγόμενοι πυκνωτές .....	592
18.12-2 Γεννήτρια πριονωτής τάσης .....	594
18.13 Προβλήματα .....	597
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ</b> .....	<b>604</b>
<b>Κεφάλαιο 19: Μεταβατικά Φαινόμενα στα Κυκλώματα Δεύτερης Τάξης</b> .....	<b>611</b>
19.1 Μη οδηγούμενα κυκλώματα δεύτερης τάξης .....	611
19.2 Φυσική απόκριση του κυκλώματος δεύτερης τάξης .....	613
19.2-1 Διακριτές πραγματικές ρίζες ( $\zeta > 1$ ). Υπεραποσβεννύμενη απόκριση .....	614
19.2-2 Διπλή πραγματική ρίζα ( $\zeta = 1$ ). Κρίσιμη απόκριση .....	615
19.2-3 Συζυγείς μιγαδικές ρίζες ( $0 < \zeta < 1$ ). Υποαποσβεννύμενη απόκριση .....	616

19.2-4 Ρίζες φανταστικές ( $\zeta = 0$ ). Μη αποσβεννύμενη απόκριση .....	618
19.2-5 Ρίζες στο δεξί μιγαδικό ημιεπίπεδο ( $\zeta < 0$ ). Ασταθής απόκριση .....	618
19.2-6 Ευστάθεια .....	619
19.3 Φυσική απόκριση του κυκλώματος RLC εν σειρά .....	619
19.4 Οδηγούμενα κυκλώματα δεύτερης τάξης .....	624
19.4-1 Γενικά .....	624
19.4-2 Απόκριση κυκλώματος δεύτερης τάξης με ημιτονοειδή διέγερση .....	627
19.4-3 Συντηρούμενο κύκλωμα δεύτερης τάξης με ημιτονοειδή διέγερση .....	629
19.4-4 Βηματική απόκριση κυκλώματος δεύτερης τάξης .....	631
19.4-5 Κρουστική απόκριση κυκλώματος δεύτερης τάξης .....	635
19.5 Κυκλώματα ανώτερης τάξης .....	636
19.6 Προβλήματα .....	637
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>640</b>
<b>Κεφάλαιο 20: Εξισώσεις Κατάστασης (I) .....</b>	<b>643</b>
20.1 Ορισμοί .....	643
20.2 Απλές μέθοδοι κατάστρωσης των εξισώσεων κατάστασης .....	644
20.3 Σχέση εξισώσεων κατάστασης και εξίσωσης δεύτερης τάξης .....	649
20.4 Απόκριση μηδενικής εισόδου .....	652
20.5 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά της απόκρισης μηδενικής εισόδου .....	653
20.5-1 Πίνακας μετάβασης .....	653
20.5-2 Ιδιοτιμές .....	656
20.5-3 Ιδιοδιανύσματα .....	657
20.5-4 Έκφραση της απόκρισης μηδενικής εισόδου με τα ιδιοδιανύσματα .....	660
20.5-5 Ταχεία και βραδεία ιδιοδιανύσματα .....	662
20.5-6 Υπολογισμός του πίνακα μετάβασης από τις ιδιοτιμές του .....	662
20.6 Ολική απόκριση .....	665
20.6-1 Κρουστική απόκριση και ολοκλήρωμα της συνέλιξης .....	666
20.6-2 Ολική απόκριση συναρτήσει της αρχικής και τελικής κατάστασης .....	666
20.7 Κανονικές μεταβλητές κατάστασης .....	667
20.8 Εξισώσεις κατάστασης εκφυλισμένων κυκλωμάτων .....	670
20.9 Χρονικά μεταβαλλόμενα και μη γραμμικά κυκλώματα .....	673
20.9-1 Γραμμικά χρονικά μεταβαλλόμενα κυκλώματα .....	673
20.9-2 Μη γραμμικά κυκλώματα .....	675
20.10 Προβλήματα .....	676
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>683</b>
<b>Κεφάλαιο 21: Συνέλιξη .....</b>	<b>697</b>
21.1 Χρονική αμεταβλησία .....	697
21.2 Ολοκλήρωμα της συνέλιξης .....	699
21.2-1 Ερμηνεία του ολοκληρώματος της συνέλιξης .....	699
21.2-2 Ιδιότητες του ολοκληρώματος της συνέλιξης .....	700
21.2-3 Γραφικός υπολογισμός του ολοκληρώματος της συνέλιξης .....	701
21.2-4 Συνέλιξη και μνήμη φυσικού συστήματος .....	702
21.3 Ολοκλήρωμα της υπέρθεσης .....	704
21.4 Προβλήματα .....	705
<b>Κεφάλαιο 22: Μετασχηματισμός Laplace .....</b>	<b>707</b>
22.1 Ορισμός του μετασχηματισμού Laplace .....	707
22.1-1 Ύπαρξη του μετασχηματισμού Laplace .....	709
22.1-2 Μοναδικότητα του μετασχηματισμού Laplace .....	710
22.2 Ιδιότητες και θεωρήματα του μετασχηματισμού Laplace .....	712
22.2-1 Γραμμικότητα .....	712
22.2-2 Αλλαγή χρονικής κλίμακας .....	713
22.2-3 Πολλαπλασιασμός επί τον χρόνο .....	713
22.2-4 Διαίρεση δια του χρόνου .....	714
22.2-5 Θεώρημα μετατόπισης στο πεδίο της μιγαδικής συχνότητας .....	715
22.2-6 Θεώρημα διαμόρφωσης συχνότητας .....	716
22.2-7 Μετασχηματισμός της παραγώγου .....	716
22.2-8 Μετασχηματισμός του ολοκληρώματος .....	718
22.2-9 Θεωρήματα της αρχικής και τελικής τιμής .....	720
22.2-10 Θεώρημα της μετατόπισης στο πεδίο του χρόνου .....	722
22.2-11 Μετασχηματισμός Laplace περιοδικών συναρτήσεων .....	725
22.2-12 Μετασχηματισμός Laplace διακριτού σήματος .....	727
22.3 Αντίστροφος μετασχηματισμός Laplace .....	728
22.3-1 Πόλοι και μηδενικά του μετασχηματισμού Laplace .....	729



22.3-2 Ανάπτυξη σε μερικά κλάσματα .....	730
22.3-3 Μέθοδος του Heaviside για τον προσδιορισμό των υπολοίπων .....	732
22.4 Ανάλυση κυκλωμάτων με τον μετασχηματισμό Laplace .....	733
22.4-1 Μη οδηγούμενα κυκλώματα .....	733
22.4-2 Οδηγούμενα κυκλώματα .....	736
22.4-3 Απαλοιφή πόλου από μηδενικό .....	739
22.5 Μετασχηματισμός Laplace των εξισώσεων κατάστασης .....	740
22.5-1 Υπολογισμός του πίνακα μετάβασης από τον πίνακα επίλυσης .....	740
22.6 Συνέλιξη και μετασχηματισμός Laplace .....	742
22.7 Προβλήματα .....	743
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>750</b>
<b>Κεφάλαιο 23: Ανάλυση στο Πεδίο της Μιγαδικής Συχνότητας .....</b>	<b>755</b>
23.1 Μετασχηματισμός στο πεδίο της μιγαδικής συχνότητας .....	755
23.1-1 Μετασχηματισμός της αντίστασης .....	755
23.1-2 Μετασχηματισμός του πηνίου .....	756
23.1-3 Μετασχηματισμός του πυκνωτή .....	757
23.1-4 Μετασχηματισμός του ηλεκτρικού κυκλώματος .....	758
23.2 Γενικευμένες συναρτήσεις κυκλώματος .....	760
23.2-1 Γενικευμένες συναρτήσεις κυκλωμάτων δύο ακροδεκτών .....	760
23.2-2 Γενικευμένες συναρτήσεις κυκλωμάτων πολλών ακροδεκτών .....	762
23.3 Ιδιότητες των συναρτήσεων κυκλώματος .....	770
23.3-1 Φυσική σημασία της γενικευμένης συνάρτησης κυκλώματος .....	770
23.3-2 Γενική μορφή της γενικευμένης συνάρτησης κυκλώματος .....	770
23.3-3 Γενικές ιδιότητες των γενικευμένων συναρτήσεων κυκλώματος .....	771
23.3-4 Ιδιότητες των συναρτήσεων εισόδου .....	773
23.3-5 Θετικές πραγματικές συναρτήσεις .....	774
23.3-6 Ιδιότητες των συναρτήσεων μεταφοράς .....	777
23.4 Πολυώνυμα Hurwitz και κριτήρια ευστάθειας .....	778
23.4-1 Κριτήριο του Hurwitz .....	779
23.4-2 Κριτήριο ευστάθειας του Routh .....	781
23.5 Ευστάθεια των ενεργών ηλεκτρικών κυκλωμάτων .....	786
23.5-1 Γραμμικοί ταλαντωτές .....	787
23.6 Πρακτικές εφαρμογές .....	791
23.6-1 Λειτουργία της λυχνίας φθορισμού .....	791
23.6-2 Ταλαντωτής Hartley .....	795
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>805</b>
<b>Κεφάλαιο 24: Απόκριση Συχνότητας (II).....</b>	<b>813</b>
24.1 Συναρτήσεις κυκλώματος.....	813
24.1-1 Σχέση των συναρτήσεων και των γενικευμένων συναρτήσεων .....	813
24.1-2 Παράσταση και ιδιότητες των συναρτήσεων κυκλώματος .....	815
24.1-3 Σχέση της απόκρισης συχνότητας με τους πόλους και τα μηδενικά .....	817
24.2 Απόκριση συχνότητας κυκλωμάτων .....	818
24.2-1 Χαμηλοπερατό φίλτρο πρώτης τάξης .....	818
24.2-2 Υψηλοπερατό φίλτρο πρώτης τάξης .....	820
24.2-3 Κύκλωμα δεύτερης τάξης .....	821
24.3 Φίλτρα .....	823
24.3-1 Πιστή αναπαραγωγή σήματος, παραμορφώσεις πλάτους και φάσης .....	824
24.3-2 Είδη φίλτρων .....	825
24.4 Κυκλώματα μη ελάχιστης φάσης .....	828
24.5 Διαγράμματα Bode .....	831
24.5-1 Ασυμπτωτικά διαγράμματα πλάτους .....	832
24.5-2 Οι μονάδες bel και decibel .....	837
24.5-3 Ασυμπτωτικά διαγράμματα φάσης .....	838
24.6 Πρακτικές εφαρμογές .....	841
24.6-1 Μελέτη ταλαντωτών στο πεδίο της συχνότητας. Κριτήριο Barkhausen .....	841
24.7 Προβλήματα .....	843
<b>ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>849</b>
<b>Κεφάλαιο 25: Εξισώσεις Κατάστασης (II) .....</b>	<b>857</b>
25.1 Μέθοδος του κανονικού δέντρου .....	857
25.2 Μέθοδος του γνήσιου δένδρου .....	863
25.3 Προβλήματα .....	868
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>871</b>
<b>Παραρτήματα .....</b>	<b>875</b>
<b>Ευρετήριο .....</b>	<b>882</b>