

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος, 13 , Εισαγωγή , 23 ,

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΣΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</b> .....	<b>28</b>
<b>1.0 Εισαγωγή</b> ,	<b>28</b>
<b>1.1 Σήματα Συνεχούς και Διακριτού Χρόνου</b> , 28	
1.1.1 Παραδείγματα και Μαθηματική Αναπαράσταση ,	28
1.1.2 Ενέργεια Σήματος και Ισχύς ,	33
<b>1.2 Μετασχηματισμοί της Ανεξάρτητης Μεταβλητής</b> , 35	
1.2.1 Παραδείγματα Μετασχηματισμών της Ανεξάρτητης Μεταβλητής ,	36
1.2.2 Περιοδικά Σήματα ,	41
1.2.3 Άρτια και Περιττά Σήματα ,	43
<b>1.3 Εκθετικά και Ημιτονοειδή Σήματα</b> , 45	
1.3.1 Χρονοσυνεχή Μιγαδικά Εκθετικά και Ημιτονοειδή Σήματα ,	45
1.3.2 Χρονοδιακριτά Μιγαδικά Εκθετικά και Ημιτονοειδή Σήματα ,	55
1.3.3 Ιδιότητες Περιοδικότητας των Μιγαδικών Εκθετικών Διακριτού Χρόνου ,	57
<b>1.4 Μοναδιαία Κρουστική Συνάρτηση και Συνάρτηση Μοναδιαίας Βαθμίδας</b> , 62	
1.4.1 Χρονοδιακριτές Ακολουθίες Μοναδιαίας Κρούσης και Μοναδιαίας Βαθμίδας ,	62
1.4.2 Χρονοσυνεχής Συνάρτηση Μοναδιαίας Βαθμίδας και Μοναδιαίας Κρούσης ,	65
<b>1.5 Χρονοσυνεχή και Χρονοδιακριτά Συστήματα</b> , 72	
1.5.1 Απλά Παραδείγματα Συστημάτων ,	73
1.5.2 Διασυνδέσεις Συστημάτων ,	75
<b>1.6 Βασικές Ιδιότητες Συστημάτων</b> , 78	
1.6.1 Συστήματα με και χωρίς Μνήμη ,	78
1.6.2 Αντιστρεψιμότητα και Αντίστροφα Συστήματα ,	80
1.6.3 Αιτιότητα ,	81
1.6.4 Ευστάθεια ,	82
1.6.5 Χρονική Αμεταβλητότητα ,	85

1.6.6	Γραμμικότητα, 88
<b>1.7</b>	<b>Ανακεφαλαίωση, 91</b>
	<b>Προβλήματα Κεφαλαίου 1, 92</b>
	<b>Μαθηματική Ανασκόπηση, 106</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΩΣ ΑΜΕΤΑΒΛΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ . . . 109</b>	
<b>2.0</b>	<b>Εισαγωγή, 109</b>
<b>2.1</b>	<b>Συστήματα LTI Διακριτού Χρόνου : Το Συνελκτικό Αθροισμα , 110</b>
2.1.1	Αναπαράσταση Σημάτων Διακριτού Χρόνου μέσω Παλμωθήσεων, 110
2.1.2	Απόκριση σε Μοναδιαία Παλμώθηση Διακριτού Χρόνου και Αναπαράσταση Συστημάτων LTI μέσω Συνελκτικού Αθροίσματος, 112
<b>2.2</b>	<b>Συστήματα LTI Συνεχούς Χρόνου : Το Συνελκτικό Ολοκλήρωμα, 126</b>
2.2.1	Αναπαράσταση Σημάτων Συνεχούς Χρόνου με Χρήση Παλμωθήσεων, 126
2.2.2	Η Χρονοσυνεχής Μοναδιαία Κρουστική Απόκριση και η Αναπαράσταση Συστημάτων LTI με Συνελκτικό Ολοκλήρωμα, 130
<b>2.3</b>	<b>Ιδιότητες των Γραμμικών Χρονικά Αμετάβλητων Συστημάτων, 139</b>
2.3.1	Η Αντιμεταθετική Ιδιότητα, 140
2.3.2	Η Επιμεριστική Ιδιότητα, 140
2.3.4	Η Προσεταιριστική Ιδιότητα, 143
2.3.4	Συστήματα LTI με και χωρίς Μνήμη, 145
2.3.5	Αντιστρεψιμότητα Συστημάτων LTI, 145
2.3.6	Αιτιότητα για Συστήματα LTI, 148
2.3.7	Ευστάθεια Συστημάτων LTI, 149
2.3.8	Απόκριση Μοναδιαίας Βαθμίδας Συστήματος LTI, 151
<b>2.4</b>	<b>Αιτιατά Συστήματα LTI τα οποία Περιγράφονται από Διαφορικές Εξισώσεις και Εξισώσεις Διαφορών, 152</b>
2.4.1	Γραμμικές Διαφορικές Εξισώσεις με Σταθερούς Συντελεστές, 153
2.4.2	Γραμμικές Εξισώσεις Διαφορών με Σταθερούς Συντελεστές, 157
2.4.3	Αναπαραστάσεις Πρωτοτάξιων Συστημάτων που Περιγράφονται από Διαφορικές Εξισώσεις και Εξισώσεις Διαφορών μέσω Δομικών Διαγραμμάτων, 160
<b>2.5</b>	<b>Ιδιόμορφες Συναρτήσεις, 164</b>
2.5.1	Η Μοναδιαία Παλμώθηση ως Ιδανικευμένος Βραχυχρόνιος Παλμός, 167
2.5.2	Ορισμός της Μοναδιαίας Παλμώθησης μέσω Συνέλιξης, 168
2.5.3	Μοναδιαία Δισιδιάσματα και Άλλες Ιδιάζουσες Συναρτήσεις, 170
<b>2.6</b>	<b>Ανακεφαλαίωση, 174</b>
	<b>Προβλήματα Κεφαλαίου 2, 175</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΣΕΙΡΕΣ FOURIER ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ . . . . . 210</b>	
<b>3.0</b>	<b>Εισαγωγή, 210</b>

- 3.1 Ιστορική Αναδρομή, 211**
- 3.2 Απόκριση Συστημάτων LTI σε Μιγαδικά Εκθετικά, 216**
- 3.3 Σειρές Fourier Περιοδικών Σημάτων Συνεχούς Χρόνου, 220**
  - 3.3.1 Γραμμικοί Συνδυασμοί Αρμονικά Συσχετιζόμενων Μιγαδικών Εκθετικών, 220
  - 3.3.2 Προσδιορισμός Σειράς Fourier Περιοδικού Σήματος Συνεχούς Χρόνου, 224
- 3.4 Σύγκλιση Σειρών Fourier, 229**
- 3.5 Ιδιότητες Σειρών Fourier Συνεχούς Χρόνου, 236**
  - 3.5.1 Γραμμικότητα, 237
  - 3.5.2 Μετατόπιση στο Χρόνο, 237
  - 3.5.3 Αναστροφή στο Χρόνο, 238
  - 3.5.4 Μεγέθυνση στο Χρόνο, 238
  - 3.5.5 Πολλαπλασιασμός, 239
  - 3.5.6 Ζύγωση και Συζυγής Συμμετρία, 239
  - 3.5.7 Ταυτότητα Parseval για Χρονοσυνεχή Περιοδικά Σήματα, 241
  - 3.5.8 Σύνοψη Ιδιοτήτων Χρονοσυνεχών Σειρών Fourier, 241
  - 3.5.9 Παραδείγματα, 241
- 3.6 Σειρές Fourier Περιοδικών Σημάτων Διακριτού Χρόνου, 247**
  - 3.6.1 Γραμμικοί Συνδυασμοί Αρμονικά Σχετιζομένων Μιγαδικών Εκθετικών, 247
  - 3.6.2 Προσδιορισμός Σειράς Fourier Περιοδικού Σήματος, 248
- 3.7 Ιδιότητες Σειρών Fourier Διακριτού Χρόνου, 256**
  - 3.7.1 Πολλαπλασιασμός, 258
  - 3.7.2 Πρώτη Διαφορά, 258
  - 3.7.3 Ταυτότητα Parseval για Περιοδικά Σήματα Διακριτού Χρόνου, 259
  - 3.7.4 Παραδείγματα, 259
- 3.8 Σειρές Fourier και Συστήματα LTI, 263**
- 3.9 Φίλτρα, 268**
  - 3.9.1 Φίλτρα Διαμόρφωσης Συχνοτήτων, 269
  - 3.9.2 Φίλτρα Επιλογής Συχνοτήτων, 273
- 3.10 Παραδείγματα Φίλτρων Συνεχούς Χρόνου που Περιγράφονται από Διαφορικές Εξισώσεις, 276**
  - 3.10.1 Ένα Απλό Βαθυπερατό Φίλτρο RC, 277
  - 3.10.2 Ένα Απλό Υψιπερατό Φίλτρο RC, 280
- 3.11 Παραδείγματα Φίλτρων Διακριτού Χρόνου που Περιγράφονται από Εξισώσεις Διαφορών, 282**
  - 3.11.1 Πρωτοτάξια Αναδρομικά Φίλτρα Διακριτού Χρόνου, 283
  - 3.11.2 Μη Αναδρομικά Φίλτρα Διακριτού Χρόνου, 284
- 3.12 Ανακεφαλαίωση, 287**

**Προβλήματα Κεφαλαίου 3, 288**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Ο ΧΡΟΝΟΣΥΝΕΧΗΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ FOURIER . . 320**

**4.0 Εισαγωγή, 320**

**4.1 Αναπαράσταση Απεριοδικών Σημάτων : Ο Χρονοσυνεχής Μετασχηματισμός Fourier, 321**

4.1.1 Μετασχημάτισμα Fourier Απεριοδικού Σήματος, 321

4.1.2 Σύγκλιση Μετασχηματισμάτων Fourier, 326

4.1.3 Παραδείγματα Χρονοσυνεχών Μετασχηματισμάτων Fourier, 327

**4.2 Μετασχηματισμός Fourier Περιοδικών Σημάτων, 334**

**4.3 Ιδιότητες του Χρονοσυνεχούς Μετασχηματισμού Fourier, 338**

4.3.1 Γραμμικότητα, 339

4.3.2 Μετατόπιση στο Χρόνο, 339

4.3.3 Ζύγωση και Συζυγής Συμμετρία, 341

4.3.4 Παραγωγή και Ολοκλήρωση, 343

4.3.5 Μεγέθυνση στο Χρόνο και στη Συχνότητα, 346

4.3.6 Δυαδικότητα, 347

4.3.7 Ταυτότητα του Parseval, 349

**4.4 Η Συνελικτική Ιδιότητα, 352**

**4.5 Η Πολλαπλασιαστική Ιδιότητα, 361**

4.5.1 Φίλτρο Επιλογής Συχνοτήτων με Μεταβλητή Κεντρική Συχνότητα, 364

**4.6 Πίνακες Ιδιοτήτων και Θεμελιωδών Ζευγών Μετασχηματισμού Fourier, 367**

**4.7 Συστήματα τα οποία Χαρακτηρίζονται από Γραμμικές Διαφορικές Εξισώσεις Σταθερών Συντελεστών, 370**

**4.8 Ανακεφαλαίωση, 373**

**Προβλήματα Κεφαλαίου 4, 374**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Ο ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ FOURIER ΔΙΑΚΡΙΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ 398**

**5.0 Εισαγωγή, 398**

**5.1 Αναπαράσταση Απεριοδικών Σημάτων :**

**Ο Χρονοδιακριτός Μετασχηματισμός Fourier, 399**

5.1.1 Ανάπτυξη του Χρονοδιακριτού Μετασχηματισμού Fourier, 399

5.1.2 Παραδείγματα Χρονοδιακριτών Μετασχηματισμάτων Fourier, 404

5.1.3 Σύγκλιση Χρονοδιακριτού Μετασχηματισμού Fourier, 406

**5.2 Μετασχηματισμός Fourier για Περιοδικά Σήματα, 409**

**5.3 Ιδιότητες του Χρονοδιακριτού Μετασχηματισμού Fourier, 413**

5.3.1 Περιοδικότητα του Χρονοδιακριτού Μετασχηματισμού Fourier, 413

5.3.2 Γραμμικότητα του Μετασχηματισμού Fourier, 414

5.3.3	Μετατόπιση στο Χρόνο και στη Συχνότητα, 414
5.3.4	Ζύγωση και Συζυγής Συμμετρία, 415
5.3.5	Διαφοροθέτηση και Σώρευση, 416
5.3.6	Αναστροφή στο Χρόνο, 417
5.3.7	Επέκταση στο Χρόνο, 417
5.3.8	Παραγωγή ως προς τη Συχνότητα, 420
5.3.9	Ταυτότητα Parseval, 421
<b>5.4</b>	<b>Η Συνελικτική Ιδιότητα, 423</b>
5.4.1	Παραδείγματα, 423
<b>5.5</b>	<b>Η Πολλαπλασιαστική Ιδιότητα, 429</b>
<b>5.6</b>	<b>Πίνακες Ιδιοτήτων και Θεμελιώδη Ζεύγη Μετασχηματισμάτων Fourier, 431</b>
<b>5.7</b>	<b>Δυαδικότητα, 431</b>
5.7.1	Δυαδικότητα στις Χρονοδιακριτές Σειρές Fourier, 434
5.7.2	Δυαδικότητα μεταξύ του Χρονοδιακριτού Μετασχηματισμού Fourier και της Χρονοσυνεχούς Σειράς Fourier, 436
<b>5.8</b>	<b>Συστήματα που περιγράφονται από Γραμμικές Εξισώσεις με Σταθερούς Συντελεστές, 438</b>
<b>5.9</b>	<b>Ανακεφαλαίωση, 441</b>
	<b>Προβλήματα Κεφαλαίου 5, 442</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ..... 466**

<b>6.0</b>	<b>Εισαγωγή, 466</b>
<b>6.1</b>	<b>Αναπαράσταση σε Μορφή Μέτρου - Φάσης του Μετασχηματισμού Fourier, 467</b>
<b>6.2</b>	<b>Αναπαράσταση Μέτρου - Φάσης της Απόκρισης Συχνότητας Συστημάτων LTI, 471</b>
6.2.1	Γραμμική και Μη Γραμμική Φάση, 472
6.2.2	Καθυστέρηση Ομάδας, 476
6.2.3	Λογαριθμικά Διαγράμματα, 480
<b>6.3</b>	<b>Ιδιότητες των Ιδανικών Φίλτρων Επιλογής Συχνοτήτων στο Πεδίο του Χρόνου, 484</b>
<b>6.4</b>	<b>Χαρακτηριστικά Μη Γραμμικών Φίλτρων στο Πεδίο του Χρόνου και της Συχνότητας, 489</b>
<b>6.5</b>	<b>Πρωτοτάξια και Δευτεροτάξια Συστήματα Συνεχούς Χρόνου, 493</b>
6.5.1	Πρωτοτάξια Συστήματα Συνεχούς Χρόνου, 493
6.5.2	Δευτεροτάξια Συστήματα Συνεχούς Χρόνου, 497
6.5.3	Διαγράμματα Bode για Αποκρίσεις Ρητών Συχνοτήτων, 503
<b>6.6</b>	<b>Πρωτοτάξια και Δευτεροτάξια Συστήματα Διακριτού Χρόνου, 508</b>
6.6.1	Πρωτοτάξια Συστήματα Διακριτού Χρόνου, 508

6.6.2	Δευτεροτάξια Συστήματα Διακριτού Χρόνου, 513	
<b>6.7</b>	<b>Παραδείγματα Ανάλυσης Συστημάτων στο Πεδίο του Χρόνου και της Συχνότητας, 520</b>	
6.7.1	Ανάλυση ενός Συστήματος Ανάρτησης Αυτοκινήτου, 520	
6.7.2	Παραδείγματα Μη Αναδρομικών Φίλτρων Διακριτού Χρόνου, 524	
<b>6.8</b>	<b>Ανακεφαλαίωση, 531</b>	
	<b>Προβλήματα Κεφαλαίου 6, 532</b>	
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7</b>	<b>ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ</b>	<b>565</b>
<b>7.0</b>	<b>Εισαγωγή, 565</b>	
<b>7.1</b>	<b>Αναπαράσταση Χρονοσυνεχούς Σήματος από τα Δείγματά του :</b>	
	<b>Το Θεώρημα της Δειγματοληψίας, 566</b>	
7.1.1	Δειγματοληψία Κρουστικής Παλμοσειράς, 566	
7.1.2	Δειγματοληψία με τη Μέθοδο Συγκράτησης Μηδενικής Τάξης, 571	
<b>7.2</b>	<b>Ανακατασκευή Σήματος από τα Δείγματά του μέσω Παρεμβολής, 574</b>	
<b>7.3</b>	<b>Η Επίδραση της Υποδειγματοληψίας : Επικάλυψη, 578</b>	
<b>7.4</b>	<b>Χρονοδιακριτή Επεξεργασία Σημάτων Συνεχούς Χρόνου, 586</b>	
7.4.1	Ψηφιακός Διαφοριστής, 593	
7.4.2	Καθυστέρηση Ημίσεως Δείγματος, 596	
<b>7.5</b>	<b>Δειγματοληψία Σημάτων Διακριτού Χρόνου, 598</b>	
7.5.1	Δειγματοληψία Κρουστικής Παλμοσειράς, 599	
7.5.2	Αποδεκατισμός και Παρεμβολή Διακριτού Χρόνου, 602	
<b>7.6</b>	<b>Ανακεφαλαίωση, 608</b>	
	<b>Προβλήματα Κεφαλαίου 7, 609</b>	
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8</b>	<b>ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b>	<b>635</b>
<b>8.0</b>	<b>Εισαγωγή, 635</b>	
<b>8.1</b>	<b>Μιγαδική Εκθετική και Ημιτονοειδής Διαμόρφωση Πλάτους, 636</b>	
8.1.1	Διαμόρφωση Πλάτους με Μιγαδικό Εκθετικό Φέρον Σήμα, 636	
8.1.2	Διαμόρφωση Πλάτους με Ημιτονοειδές Φέρον, 639	
<b>8.2</b>	<b>Αποδιαμόρφωση για Ημιτονοειδή Διαμόρφωση Πλάτους (AM), 640</b>	
8.2.1	Σύγχρονη Αποδιαμόρφωση, 641	
8.2.2	Ασύγχρονη Αποδιαμόρφωση, 647	
<b>8.3</b>	<b>Πολυπλεξία Λιαιρεμένης Συχνότητας, 650</b>	
<b>8.4</b>	<b>Μονοπλευροζωνική Ημιτονοειδής Διαμόρφωση Πλάτους, 654</b>	
<b>8.5</b>	<b>Διαμόρφωση Πλάτους με Φέρουσα Παλμοσειρά, 658</b>	
8.5.1	Διαμόρφωση Φέρουσας Παλμοσειράς, 658	
8.5.2	Πολυπλέκτης Διαχωρισμού Χρόνου, 660	

**8.6 Διαμόρφωση Πλάτους Παλμών, 661**

- 8.6.1 Σήματα Διαμορφωμένα κατά το Πλάτος των Παλμών, 661
- 8.6.2 Διασυμβολική Παρεμβολή σε Συστήματα PAM, 662
- 8.6.3 Ψηφιακή Διαμόρφωση Πλάτους και Παλμοκωδική Διαμόρφωση, 666

**8.7 Ημιτονοειδής Διαμόρφωση Συχνότητας, 667**

- 8.7.1 Διαμόρφωση Συχνότητας Στενής Ζώνης, 670
- 8.7.2 Διαμόρφωση Συχνότητας Ευρείας Ζώνης, 673
- 8.7.3 Διαμόρφωση με Περιοδικό Σήμα Τετραγωνικού Κύματος, 673

**8.8 Διαμόρφωση Διακριτού Χρόνου, 676**

- 8.8.1 Ημιτονοειδής Διαμόρφωση Πλάτους Διακριτού Χρόνου, 676
- 8.8.2 Μεταδιαμόρφωση Διακριτού Χρόνου, 681

**8.9 Ανακεφαλαίωση, 682****Προβλήματα Κεφαλαίου 8, 682****ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ LAPLACE ..... 713****9.0 Εισαγωγή, 713****9.1 Ο Μετασχηματισμός Laplace, 714****9.2 Περιοχή Σύγκλισης Μετασχηματισμού Laplace, 722****9.3 Αντίστροφος Μετασχηματισμός Laplace, 731****9.4 Γεωμετρική Εύρεση του Μετασχηματισμού Fourier από το Διάγραμμα Πόλων - Μηδενιστών, 735**

- 9.4.1 Πρωτοτάξια Συστήματα, 737
- 9.4.2 Δευτεροτάξια Συστήματα, 739
- 9.4.3 Ολοπερατά Συστήματα, 743

**9.5 Ιδιότητες Μετασχηματισμού Laplace, 744**

- 9.5.1 Γραμμικότητα του Μετασχηματισμού Laplace, 745
- 9.5.2 Μετατόπιση στο Χρόνο, 746
- 9.5.3 Μετατόπιση στο Πεδίο της Συχνότητας, 746
- 9.5.4 Μεγέθυνση στο Χρόνο, 747
- 9.5.6 Συνελικτική Ιδιότητα, 749
- 9.5.7 Παραγωγή στο Πεδίο του Χρόνου, 749
- 9.5.8 Παραγωγή στο Πεδίο της Συχνότητας, 750
- 9.5.9 Ολοκλήρωση στο Πεδίο του Χρόνου, 751
- 9.5.10 Θεωρήματα Αρχικής και Τελικής Τιμής, 752
- 9.5.11 Πίνακας Ιδιοτήτων, 753

**9.6 Μερικά Ζεύγη Λαπλασιανών Μετασχηματισμάτων, 754****9.7 Ανάλυση και Χαρακτηρισμός Συστημάτων LTI με Χρήση του Μετασχηματισμού Laplace, 755**

- 9.7.1 Αιτιότητα, 755

- 9.7.2 Ευστάθεια, 757
- 9.7.3 Συστήματα LTI τα οποία χαρακτηρίζονται από Γραμμικές Διαφορικές Εξισώσεις Σταθερών Συντελεστών, 760
- 9.7.4 Παραδείγματα Συσχέτισης της Συμπεριφοράς του Συστήματος με τη Συστημική Συνάρτηση, 763
- 9.7.5 Φίλτρα Butterworth, 766
- 9.8 Άλγεβρα Συστημικής Συνάρτησης και Δομικά Διαγράμματα, 769**
  - 9.8.1 Συστημικές Συναρτήσεις Διασυνδεδεμένων Συστημάτων LTI, 769
  - 9.8.2 Δομικά Διαγράμματα Αιτιατών Συστημάτων LTI τα οποία περιγράφονται από Διαφορικές Εξισώσεις και Ρητές Συστημικές Συναρτήσεις, 771
- 9.9 Ο Μονόπλευρος Μετασχηματισμός Laplace, 776**
  - 9.9.1 Παραδείγματα Μονόπλευρων Λαπλασιανών Μετασχηματισμάτων, 777
  - 9.9.2 Ιδιότητες του Μονόπλευρου Λαπλασιανού Μετασχηματισμού, 779
  - 9.9.3 Επίλυση Διαφορικών Εξισώσεων Με τον Μονόπλευρο Μετασχηματισμό Laplace, 782
- 9.10 Ανακεφαλαίωση, 783**
- Προβλήματα Κεφαλαίου 9, 783**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 Ο $z$ - ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ..... 804**

- 10.0 Εισαγωγή, 804**
- 10.1 Ο  $z$  - Μετασχηματισμός, 804**
- 10.2 Η Περιοχή Σύγκλισης του  $z$  - Μετασχηματισμού, 811**
- 10.3 Αντίστροφος Μετασχηματισμός  $z$ , 822**
- 10.4 Γεωμετρικός Προσδιορισμός του Μετασχηματισμού Fourier από το Διάγραμμα Πόλων - Μηδενιστών, 828**
  - 10.4.1 Πρωτοτάξια Συστήματα, 828
  - 10.4.2 Δευτεροτάξια Συστήματα, 830
- 10.5 Ιδιότητες του Μετασχηματισμού  $z$ , 832**
  - 10.5.1 Γραμμικότητα, 832
  - 10.5.2 Μετατόπιση στο Χρόνο, 833
  - 10.5.3 Μεγέθυνση στο Μιγαδικό Επίπεδο, 833
  - 10.5.4 Αναστροφή στο Χρόνο, 835
  - 10.5.5 Επέκταση στο Χρόνο, 835
  - 10.5.6 Ζύγωση, 836
  - 10.5.7 Η Συνελκτική Ιδιότητα, 836
  - 10.5.8 Παραγωγή στο Μιγαδικό Επίπεδο, 838
  - 10.5.9 Το Θεώρημα της Αρχικής Τιμής, 839
  - 10.5.10 Σύνοψη Ιδιοτήτων, 830
- 10.6 Ορισμένα Συνήθη Ζεύγη  $z$  - Μετασχηματισμάτων, 841**



- 10.7 Ανάλυση και Χαρακτηρισμός Συστημάτων LTI  
Με Χρήση  $z$  - Μετασχηματισμάτων, 842**
- 10.7.1 Αιτιότητα, 842
- 10.7.2 Ευστάθεια, 844
- 10.7.3 Συστήματα LTI που Περιγράφονται από Γραμμικές Εξισώσεις Διαφορών Σταθερών Συντελεστών, 845
- 10.7.4 Παραδείγματα Συσχέτισης της Συμπεριφοράς του Συστήματος με τη Συστημική Συνάρτηση, 847
- 10.8 Άλγεβρα Συστημικών Συναρτήσεων και Δομικά Διαγράμματα, 850**
- 10.8.1 Συστημικές Συναρτήσεις Διασυνδεδεμένων Συστημάτων LTI, 850
- 10.8.2 Αναπαραστάσεις με Δομικά Διαγράμματα Αιτιωδών Συστημάτων LTI που Περιγράφονται από Εξισώσεις Διαφορών και Ρητές Συστημικές Συναρτήσεις, 851
- 10.9 Ο Μονόπλευρος Μετασχηματισμός  $z$ , 857**
- 10.9.1 Παραδείγματα Μονόπλευρων  $z$  - Μετασχηματισμάτων και Αντιστρώφων Μετασχηματισμάτων, 858
- 10.9.2 Ιδιότητες του Μονόπλευρου Μετασχηματισμού  $z$ , 861
- 10.9.3 Επίλυση Εξισώσεων Διαφορών με Χρήση Μονόπλευρου Μετασχηματισμού  $z$ , 863
- 10.10 Ανακεφαλαίωση, 864**
- Προβλήματα Κεφαλαίου 10, 865**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ ..... 878

- 11.0 Εισαγωγή, 878**
- 11.1 Γραμμικά Συστήματα Ανάδρασης, 882**
- 11.2 Μερικές Εφαρμογές και Συνέπειες της Ανάδρασης, 883**
- 11.2.1 Αντίστροφη Σχεδίαση Συστημάτων, 883
- 11.2.2 Αντιστάθμιση Μη Ιδανικών Στοιχείων, 884
- 11.2.3 Σταθεροποίηση Ασταθών Συστημάτων, 885
- 11.2.4 Συστήματα Ανάδρασης Δειγματισμένων Δεδομένων, 889
- 11.2.5 Συστήματα Παρακολούθησης, 891
- 11.2.6 Αποσταθεροποίηση που Προκαλείται από Ανάδραση, 895
- 11.3 Ανάλυση του Γεωμετρικού Τόπου των Ριζών  
Γραμμικών Συστημάτων Ανάδρασης, 896**
- 11.3.1 Ένα Εισαγωγικό Παράδειγμα, 897
- 11.3.2 Εξίσωση για τους Πόλους Κλειστού Βρόχου, 898
- 11.3.3 Τα Τελικά Σημεία του Τόπου Ριζών : Οι Πόλοι Κλειστού Βρόχου για  $K = 0$  και  $|K| = +\infty$ , 900
- 11.3.4 Η Συνθήκη Γωνίας, 901

- 11.3.5 Ιδιότητες του Γεωμετρικού Τόπου των Ριζών, 905
- 11.4 Το Κριτήριο Ευσταθείας Nyquist, 912**
  - 11.4.1 Η Ιδιότητα της Περικύκλωσης, 913
  - 11.4.2 Το Κριτήριο Nyquist για Χρονοσυνεχή Αναδραστικά Συστήματα LTI, 917
  - 11.4.3 Το Κριτήριο Nyquist για Χρονοδιακριτά Αναδραστικά Συστήματα LTI, 922
- 11.5 Περιθώρια Κέρδους και Φάσης, 924**
- 11.6 Ανακεφαλαίωση, 933**
- Προβλήματα Κεφαλαίου 11, 934**

Παράρτημα Α. Μητρική Άλγεβρα για Ανάλυση Κατασκευών, 977  
Βιβλιογραφία, 991  
Απαντήσεις  
Ευρετήριο Όρων

#### **Παρατηρήσεις :**

1. Η απόδοση των τεχνικών όρων στηρίχτηκε κυρίως στα συγγράμματα των καθηγητών του Ε.Μ.Π., κ.κ. Γ. Καραγιάννη (ΣΗΜΜΥ) και Νικ. Κρικέλη (Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών).
2. Το μετασχημάτισμα (transform) είναι το αποτέλεσμα του μετασχηματισμού (transformation), όπως ακριβώς το ολοκλήρωμα (integral) είναι αποτέλεσμα κάποιας ολοκλήρωσης (integration). Προσοχή, λοιπόν, στη σωστή ονοματοδοσία . Δεν είναι σωστό να αποδίδονται με τον ίδιο ελληνικό όρο το transform και το transformation [Γ,Χ,Φ].