

ELEKTRİK DEVRE ANALİZİ-II

(AC ve DİĞER ZAMAN DEĞİŞİMLİ SİNYALLER)

Prof. Dr. TURGUT İKİZ



**NOBEL
KITABEVİ**

© 2012 ADANA NOBEL KİTABEVİ

Yayın Dağıtım ve Pazarlama Ltd. Şti.

Adnan Kahveci Bulvarı 31/A Çukurova/ADANA

Tel: (0322) 233 00 29 Faks: (0322) 234 99 56

Elektrik Devre Analizi-II (AC ve Diğer Zamanlı Değişimli Sinyaller)

Prof. Dr. Turgut İKİZ

ISBN: 978-605-397-127-6

DOI: 10.37609/akya.2013

NOBEL KİTABEVİ

ADANA

Adana Nobel Kitabevi

Adnan Kahveci Bulvarı 31/A Çukurova/ADANA

Tel: (0322) 233 00 29

Faks: (0322) 234 99 56

www.nobelkitabevi.com.tr

nobelkitabevi@nobelkitabevi.com.tr

Bu kitabın yayın hakkı ADANA NOBEL KİTABEVİ'ne aittir. 5846 ve 2936 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Ya-sası gereği herhangi bir bölümü, resmi veya yazısı, yazarların ve yayıncısının yazılı izni alınmadan tekrarlanamaz, basılamaz, kopyası çıkarılamaz, fotokopisi alınamaz veya kopya anlamı taşıyabilecek hiçbir işlem yapılamaz.



Yayın Koordinatörü: Yasin DİLMEN Adana Nobel Kitabevi Yayın Dağıtım ve Pazarlama Ltd. Şti.

Mizampaj: Ökkeş ŞAT

Kapak Tasarım: Ökkeş ŞAT

Baskı: Özyurt Matbaacılık

SEVGİLİ
ANNEM SEBAHAT
ve
BABAM CEVDET'e

İÇİNDEKİLER

1.BÖLÜM

SİNÜZOİDALLER VE FAZÖRLER

1.1. Giriş	1
1.2. Sinüzoidaller	2
1.3. Fazörler	5
1.4. Fazör Uzayında Pasif Devre Elemanları	9
1.4.1. Fazör Uzayında Direnç Terminal Eşitliği	9
1.4.2. Fazör Uzayında Bobin Terminal Eşitliği	10
1.4.3. Fazör Uzayında Kapasitör Terminal Eşitliği	11
1.5. Empedans ve Atmittans Kavramları	13
1.6. Fazör Uzayında Kirchhoff Yasaları	14
1.6.1. Kirchhoff'un Akım Yasası	15
1.6.2. Kirchhoff'un Gerilim Yasası	16
1.7. Seri ve Paralel Bağlı Empedansların Eşdeğerleri	17
1.7.1. Seri Bağlı Empedansların Eşdeğeri	17
1.7.2. Paralel Bağlı Empedansların Eşdeğeri	18
1.7.3. Yıldız Üçgen ve Üçgen Yıldız Dönüşümleri	22
1.8. Problemler	26

2.BÖLÜM

AC DEVRELERİ KARARLI HAL ANALİZİ

2.1. Giriş	30
2.2. Geçiş ve Kararlı Hal Cevapları	31
2.3. Devre Analiz Metotlarının Fazör Uzayında Uygulanması	34
2.3.1. Göz Akımları Metodu	34
2.3.2. Düğüm Potansiyelleri Metodu	36
2.4. Devre Teoremlerinin Fazör Uzayında Uygulanması	39

2.4.1. Kaynak Dönüşümü	39
2.4.2. Süper Pozisyon Teoremi	41
2.4.3. Thevenin Teoremi	45
2.4.4. Norton Teoremi	48
2.5. İşlemsel Yükselticilerin Sinüzoidal Analizi	51
2.6. Problemler	55

3.BÖLÜM

AC DEVRELERİNDE GÜÇ

3.1. Giriş	62
3.2. Anlık Güç	63
3.3. Ortalama Güç	64
3.4. Periyodik Bir Sinyalin Etkin Değeri	67
3.5. Görünür Güç	69
3.6. Kompleks Güç	71
3.7. Güç Katsayısının Düzeltilmesi	76
3.8. Maksimum Ortalama Güç Transferi	81
3.9. Problemler	86

4.BÖLÜM

ÜÇ FAZLI DEVRELER

4.1. Giriş	90
4.2. Dengeli Üç Fazlı Gerilimler	91
4.2.1. Yıldız-Yıldız Bağlantı	95
4.2.2. Yıldız-Üçgen Bağlantı	97
4.2.3. Üçgen-Yıldız Bağlantı	99
4.2.4. Üçgen-Üçgen Bağlantı	100
4.3. Dengeli Üç Fazlı Sistemlerde Güç	102
4.3.1. Dengeli Üçgen Bağlı Yükün Ortalama Gücü	102
4.3.2. Dengeli Yıldız Bağlı Yükün Ortalama Gücü	103
4.3.3. Üç Fazlı Sistemlerde Anlık Güç	104
4.4. Problemler	106

5.BÖLÜM

MANYETİK KUPLAJLI DEVRELER

5.1.Giriş	109
5.2.Öz İndüktans ve Karşılıklı İndüktans	110
5.2.1.Öz İndüktans	110
5.2.2.Karşılıklı İndüktans	111
5.2.3.İndüklenen Gerilimin Polaritesinin Belirlenmesi	114
5.2.4.Kuplajlı Bobinlerde Enerji ve Kuplaj Katsayısı	118
5.3.Transformatörler	121
5.3.1.Lineer Transformatörler	121
5.3.2.İdeal Transformatörler	124
5.3.3. İdeal Transformatör Thevenin Eşdeğerleri	129
5.3.4. İdeal Oto-Transformatörler	132
5.3.Problemler	134

6.BÖLÜM

REZONANS DEVRELERİ ve FİLTRELER

6.1.Giriş	139
6.2.Elektrik Devrelerinin Frekans Cevabı	140
6.2.1.Transfer Fonksiyonu	140
6.2.2.Elektrik Devrelerinde Rezonans	144
6.2.2.1.Seri Rezonans	144
6.2.2.2.Paralel Rezonans	150
6.3. Filtre Devreleri	153
6.3.1.Pasif Filtre Devreleri	153
6.3.1.1.Alçak Geçiren Pasif Filtreler	153
6.3.1.2.Yüksek Geçiren Pasif Filtreler	156
6.3.1.3.Bant Geçiren Pasif Filtreler	158
6.3.1.4.Bant Bastıran Pasif Filtreler	159
6.3.2.Aktif Filtre Devreleri	160
6.3.2.1.Alçak Geçiren Aktif Filtreler	161
6.3.2.2.Yüksek Geçiren Aktif	

Filtreler	162
6.3.2.3.Bant Geçiren Aktif Filtreler	164

6.3.2.4.Bant Bastıran Aktif Filtreler	165
6.4.Ölçeklendirme	167
6.4.1.Genlik Ölçeklendirme	167
6.4.2.Frekans Ölçeklendirme	168
6.5. Problemler	170

7.BÖLÜM

LAPLACE DÖNÜŞÜMÜ

7.1.Giriş	173
7.2.Laplace Dönüşümünün Tanımı	174
7.3.Bazı Önemli Fonksiyonların Laplace Dönüşümleri	174
7.3.1.Birim Basamak Fonksiyon	174
7.3.2.Birim Darbe Fonksiyonu	175
7.3.3.Üstel Fonksiyon	175
7.3.4.Sinüs ve Kosinüs Fonksiyonları	175
7.4.Laplace Dönüşümünün Özellikler	176
7.4.1.Doğrusallık	176
7.4.2.Bir Fonksiyonun Zaman Türevinin Laplace Dönüşümü	176
7.4.3.Bir Fonksiyonun Zaman İntegralinin Laplace Dönüşümü	178
7.4.4.Zaman Ekseninde Kaymış Fonksiyonun Laplace Dönüşümü	179
7.4.5.Laplace Dönüşümünün Frekans Ekseninde Kayma Özelliği	180
7.4.6.Ölçeklendirilmiş Fonksiyonun Laplace Dönüşümü	180
7.4.7.Bir Fonksiyonun Zaman Laplace Dönüşümünün Frekans Türevi	181
7.4.8.Periyodik Fonksiyonların Laplace Dönüşümleri	182
7.4.9.Başlangıç ve son değer Özellikleri	183
7.5.Ters Laplace Dönüşümü	187
7.5.1.Basit Kutuplar	187
7.5.2.Kompleks Kutuplar	190
7.5.3.Katlı Kutuplar	191
7.6.Laplace Dönüşüm Tekniği ile Devre Analizi	193

7.6.1.Devre Elemanlarının s-uzayına Transferi	193
7.6.2.Devre Uygulamaları	195
7.6.3.Diğer bazı Uygulamalar	204
7.6.3.1.Transfer Fonksiyonu ve Darbe Cevabı	204
7.6.3.2.Kararlılık Analizi	206
7.6.3.2.Devre Sentezi	208
7.7.Problemler	210

8.BÖLÜM

ÇİFT TERMİNALLİ DEVRELER

8.1.Giriş	214
8.2.Devre Parametreleri ve Terminal Eşitlikleri	215
8.2.1.z-Parametreleri	215
8.2.2.y-Parametreleri	220
8.2.3.h-Parametreleri	222
8.2.4.g-Parametreleri	225
8.2.2.ABCD-Parametreleri	226
8.3.Devre Parametrelerinin Birbiri Cinsinden İfadeleri	229
8.4.Çift Terminalli Devrelerin Bağlantıları	234
8.4.1.Paralel Bağlantı	234
8.4.2.Seri Bağlantı	237
8.4.3.Ardışık Bağlantı	241
8.5.Çift Terminalli Devrelerin Analizi	243
8.5.1.Transistör Devreleri	244
8.5.2.İletim Hatları	247
8.6. Problemler	251

9.BÖLÜM

PROBLEM ÇÖZÜMLERİ

9.1. 1.Bölüm Çözümleri	256
9.2. 2.Bölüm Çözümleri	277
9.3. 3.Bölüm Çözümleri	308
9.4. 4.Bölüm Çözümleri	330
9.5. 5.Bölüm Çözümleri	340
9.6. 6.Bölüm Çözümleri	364
9.7. 7.Bölüm Çözümleri	380
9.8. 8.Bölüm Çözümleri	406

KAYNAKÇA	432
-----------------	-----

ÖNSÖZ

Bir yıl önce bu eserin birinci bölümünü “Elektrik Devre Analizi-I” adı ile yayınlamıştık. Biraz gecikme ile de olsa, ikinci bölümü sizlerle paylaşmaktan mutlu olduğumu belirtmek isterim.

İlk bölüm, dc devre analizini içermekteydi. Bu bölümde ise öncelikle sinüzoidal kaynaklarla uyarılmış devrelerin analizleri, fazör kavramı kullanılarak yapılmakta ve daha sonra da diğer zaman değişimli sinyallerle uyarılmış devreler ileri devre analizi metotları kullanılarak yapılmaktadır. Birçok benzer kitapta, Fourier serileri ve Fourier dönüşümü konuları içeriğe dahil edilmekle birlikte, Sinyaller ve Sistemler derslerinde bu konular detaylı olarak incelenmesinden dolayı, bu kitaba dahil edilmemiştir.

Birinci bölümde olduğu gibi, bu bölümde de konular içerisinde olabildiğince çok örnek vermeye çalışılmış ve bölüm sonu sorularının çözümleri de kitabın son bölümünde verilmiştir.

Kitabın kontrolü sırasında gözden kaçan hatalar için uyarılarınızı esirgemeyeceğinizi düşünüyorum ve tikiz@cu.edu.tr adresine bildirmenizi umuyorum.

Eserin, Elektrik-Elektronik konularında eğitim gören bütün öğrenci arkadaşlarıma yararlı olması dileklerle,

Prof. Dr. Turgut İKİZ

Çukurova Üniversitesi, ADANA
Haziran 2011

KAYNAKLAR

1. L.P. Huelsman, Basic Circuit Theory Prentice-Hall, NJ, 1991
2. C.R. Paul, S.A. Nasar, L.E. Unnewehr, Introduction to Electrical Engineering, McGraw-Hill, Singapore, 1992
3. D.E. Johnson, J.R. Johnson, J.L. Hilburn, Electric Circuit Analysis, Prentice-Hall, NJ, 1992.
4. A.E. Fitzgerald, D.E. Higginbotham, A. Grabel, Basic Electrical Engineering, McGraw-Hill, Singapore, 1981.
5. L.O. Chua, C.A. Desoer, E.S. Kuh, Linear and Nonlinear Circuits, McGraw-Hill, Singapore, 1987.
6. D.E. Scott, An Introduction to Circuit Analysis-A systems Approach, McGraw-Hill, Singapore, 1987.
7. C.K. Alexander, M.N.O. Sadiku, Fundamentals of Electric Circuits, McGraw-Hill, Singapore, 2000.
8. N. Balabanian, Electric Circuits, McGraw-Hill, 1994.
9. J.W. Nilsson, Electric Circuits, Addison-Wesley, 1993
10. R.L. Boylestad, L. Nashelsky, Electronic Devices and Circuit Theory, Prentice-Hall, NJ, 1999.
11. W.H. Hayt, J.E. Kemmerly, Engineering Circuit Analysis, McGraw-Hill, NY, 1993.
12. S.A. Boctor, Electric Circuit Analysis, Prentice-Hall, NJ, 1992.
13. R. Parrett, DC-AC Circuits: Concepts and Applications, Prentice-Hall, NJ, 1991.
14. S.A. Nasar, 3000 Solved Problems in Electric Circuits, McGraw-Hill, NY, 1988.
15. B. Grob, Direct and Alternating Current Circuits, McGraw-Hill, NY, 1986.