

İNTERNET TABANLI GÜÇ ELEKTRONİĞİ EĞİTİMİ

Osman ÖZKARACA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2005

ANKARA

Osman ÖZKARACA tarafından hazırlanan internet tabanlı güç elektroniği eğitimi adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım

.....

Prof. Dr. Çetin ELMAS

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Elektrik Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur

İNTERNET TABANLI GÜÇ ELEKTRONİĞİ EĞİTİMİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Osman ÖZKARACA

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KASIM 2005

ÖZET

Bu tez çalışmasında güç elektroniği dersi, programlı şekil de öğrencilere aktarılmaya çalışılmıştır. Bu sebeple eğitim amaçlı bir web sitesi hazırlanmıştır. Web sitesi, üç ana başlık altında on dört adet güç elektroniği devresinin java programını kullanarak hazırlanmış benzetimlerinden oluşmaktadır. Eğitim sitesinde güç elektroniği dersine ait teorik bilgiler, deneyler, web ortamında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kullanıcı teorik ve deneysel çalışmaların sonucunda kendi kendine sınava girerek konuyu ne kadar öğrendiğini test edebilmektedir. Bu eğitim sitesi sayesinde kullanıcı istediği zaman güç elektroniği dersi alabilecektir. Öğrenci öğrenme işini bir program dâhilinde kendi kendine yapacağı için eğitimi kişisel özellik kazanmış olacaktır. Ayrıca benzetim sayfalarının sayesinde dersler görsellik özelliğine de sahip olmuştur. Bu metotla birlikte kullanıcı istediği zaman ve yerde eğitim alabileceği için eğitimdeki zaman ve mekân sorunu bir parçada olsa çözülmüştür. Aynı zamanda eğitim daha etkin hale getirilmiş ve bilgilerin daha kalıcı olması sağlanmıştır.

Bilim Kodu : 704
Anahtar Kelimeler : Web tabanlı Eğitim, e-eğitim, Güç Elektroniği, Java
Sayfa Adedi : 110
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Çetin ELMAS

INTERNET BASED POWER ELECTRONIC EDUCATION
(M.Sc. Thesis)

Osman ÖZKARACA

GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
November 2005

ABSTRACT

This thesis aims to provide students with learning power electronic lessons in a schedule. For this reason, an educational web site has been designed. Web site is composed of three main units with fourteen power electronic circuits simulations prepared in Java program. In this educational site, theoretical information and experimental studies, users can take a text exam to check their knowledge. A user will be able to take the power electronics lesson whenever needed. As the user will perform learning process themselves in a scheduled way, the education will have a personalized manner. Furthermore, the lessons will have visual properties by the simulation pages. In this method as the user will be able to take the lessons whenever and wherever desired, the problem of time and place constrains will be solved to some extent. In addition, in this way education process will become more effective and the lessons will be learned in a more long lasting way.

Science Code	: 704
Key Words	: web-based Education, e-learning, Power Electronic, Java
Page Number	: 110
Adviser	: Prof. Dr. Çetin ELMAS

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardımlarını esirgemeyen ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Prof. Dr. Çetin ELMAS 'a, saygıdeğer hocam Yrd.Doç. Dr. Aydın ÇETİN'E arkadaşlarım Arş. Gör. Gürcan ÇETİN, Arş. Gör. Serdar BİROĞUL, Arş. Gör. Yusuf SÖNMEZ, Arş. Gör. Uğur GÜVENÇ, Eyüp ERCAN, Burçin TUNA, Arş. Gör. Seçil ARIKAN, Arş. Gör. Hayriye TÜRKOĞLU 'na, maddi-manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan değerli aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. İNTERNET ÜZERİNDEN EĞİTİM SİSTEMİ.....	5
2.1. Güç Elektroniği.....	6
2.2. İTE Gerekli midir?.....	9
2.3. Neden İTE?	10
2.4. İTE'in Klasik Öğrenme İle Karşılaştırılması.....	11
2.5. İTE'in Olumlu ve Olumsuz Yanları	12
2.6. İTE Nasıl Olmalıdır?.....	13
2.7. İTE İçin Tasarım	14
2.8. Java Programlama Dili.....	17
2.8.1. Java nasıl çalışır?.....	18
2.8.2. Java kodunun yazılması	19
2.8.3. Derleme	20
2.8.4. Java programının çalıştırılması ve java sanal makinesi	22
2.8.5. Çalışma sayfası (Applet) teknolojisi	23

2.8.6. Java 2’de güvenlik.....	23
3. EĞİTİM SAYFALARININ YAPISI	26
3.1. Denetimsiz Doğrultucular	30
3.1.1. Denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu.....	31
3.2. Denetimli Doğrultucular	46
3.2.1. Tristörün tetiklenmesi ve matematiksel modelinin çıkartılması	47
3.2.2. Denetimli bir fazlı yarım dalga doğrultucu.....	48
3.3. Çeviriciler	63
3.3.1. DA-DA çeviricilerin kontrolü	65
3.3.2. Alçaltıcı çevirici (Buck Converter).....	67
3.4. Eviriciler	85
3.4.1. Üç fazlı eviriciler.....	86
3.4.2. Üç fazlı evirici devresinin çalışma prensibi ve matematiksel modelinin çıkartılması.....	90
3.4.3. Üç fazlı evirici devresi benzetim programının teori sayfası	94
3.4.4. Üç fazlı evirici devresi benzetim programı deney sayfası	95
3.5. Test Sayfaları	104
3.5.1. Doğrultucular test sayfası.....	105
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	107
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ	110

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Türkiye’de İTE programına sahip üniversiteler.....	2
Çizelge 1.2. Türkiye’de İTE hizmeti veren özel sektör faaliyetlerinden bazıları	3
Çizelge 2.1. İTE’in ve geleneksel öğrenmenin kapsamaları.....	11
Çizelge 2.2. İTE ve geleneksel öğrenme arasındaki farklılıklar.	12
Çizelge 3.1. Deney 1’e ait giriş gerilimine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu	39
Çizelge 3.2. Deney 1’e ait değişik filtre kondansatörlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu	40
Çizelge 3.3. Deney 1’e ait değişik filtre direncine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu	41
Çizelge 3.4. Deney 2’e ait değişik tetikleme açılarına karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu	55
Çizelge 3.5. Deney 2’e ait değişik filtre kondansatörlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu	55
Çizelge 3.6. Deney 2’e ait değişik filtre dirençlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu	56
Çizelge 3.7. Deney 3’e ait değişik darbeleme oranlarına karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu	75
Çizelge 3.8. Deney 3’e ait değişik giriş gerilimi değerlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu	76
Çizelge 3.11. 180° iletimde bir periyot içerisinde anahtarlama durumları	89
Çizelge 3.12. 180° iletimde fazlar arası gerilimi ve faz-nötr gerilimi değerleri.....	89
Çizelge 3.13. Deney 4’e ait değişik denetim gerilimlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu	98
Çizelge 3.14. Deney 4’e ait değişik üçgen gerilimlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu	99

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. İTE'in alt yapısı	14
Şekil 2.2. İTE'in genel yapısı.....	15
Şekil 2.3. Web Tabalı Eğitim Modeli	16
Şekil 2.4. Java ve C++ kodunun geçirdiği aşamalar	19
Şekil 2.5. Denetimsiz yarım dalga doğrultma devresinin program parçacıkları.....	20
Şekil 2.6. dyd dosyasının içindeki .java uzantılı programların dos ortamında derlenmesi	21
Şekil 2.7. dyd isimli dosyanın içinde oluşan “class” uzantılı dosyalar	21
Şekil 2.8. Çeşitli platformlar için Java'nın çalışması.....	23
Şekil 2.9. Java 2 platformunun güvenlik modeli	24
Şekil 3.1. Eğitim sayfasında kullanılan menü.....	27
Şekil 3.2. Denetimsiz bir fazlı tam dalga doğrultucu devresinin eğitim sayfası.....	27
Şekil 3.3. Denetimsiz tam dalga doğrultucu deneyinin eğitim sayfası	28
Şekil 3.4. Denetimsiz tam dalga doğrultucunun benzetim sayfası.....	29
Şekil 3.5. Bir doğrultucunun blok diyagramı.....	30
Şekil 3.6. Denetimsiz yarım dalga doğrultucu devre şekli.....	31
Şekil 3.7. Saf direnç yüklü yarım dalga doğrultucu akım ve gerilim grafikleri.....	32
Şekil 3.8. Denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresinin teori sayfası	35
Şekil 3.10. Denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresi benzetim programı deney sayfası	36
Şekil 3.9. Denetimsiz yarım dalga doğrultucu program ana sayfası.....	37
Şekil 3.11. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $R=2$ Ω değerlerine ait denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	42

Şekil	Sayfa
Şekil 3.12. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $R=2$ Ω değerlerine ait yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış akımı grafiği	42
Şekil 3.13. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $R=2$ Ω değerlerine ait denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen diyot gerilimi grafiği	43
Şekil 3.14. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $R=2$ Ω değerlerine ait denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen diyot akımı grafiği	43
Şekil 3.15. $V_g=20$ V, $f_1=50$ Hz, $R_f=2$ Ω , $C_f=0,005$ F $R=2$ Ω değerlerine ait denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	44
Şekil 3.16. $V_g=20$ V, $f_1=50$ Hz, $R_f=2$ Ω , $C_f=0,005$ F, $R=2$ Ω değerlerine ait denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış akımı grafiği	44
Şekil 3.17. $C_f=0,0005$ F değeri için denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	45
Şekil 3.18. $C_f=0,005$ F değeri için denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	45
Şekil 3.19. $C_f=0,05$ F değeri için denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	45
Şekil 3.20. Hat frekanslı denetimli doğrultucu blok diyagramı	47
Şekil 3.21. Kapı tetikleme denetimi	48
Şekil 3.22. Denetimli bir fazlı yarım dalga doğrultucu	49
Şekil 3.23. Denetimli bir fazlı yarım dalga doğrultucuya ait akım ve gerilim dalga şekilleri	49
Şekil 3.24. Denetimli bir fazlı yarım dalga doğrultucu program ana sayfası	51
Şekil 3.25. Denetimli yarım dalga doğrultucuya ait deney sayfası	52
Şekil 3.26. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $\alpha=18^\circ$ için denetimli yarım dalga doğrultucunun çıkış gerilimi grafiği	57
Şekil 3.27. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $\alpha=18^\circ$ için denetimli yarım dalga doğrultucunun çıkış akımı grafiği	58

Şekil	Sayfa
Şekil 3.28. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $\alpha=18^\circ$ için denetimli yarım dalga doğrultucu tristörünün üzerindeki gerilimin grafiği	58
Şekil 3.29. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $\alpha=18^\circ$ için denetimli yarım dalga doğrultucu tristörünün üzerinden geçen akımın grafiği	59
Şekil 3.30. $\alpha =0^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	59
Şekil 3.31. $\alpha =90^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	60
Şekil 3.32. $\alpha =180^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	60
Şekil 3.33. $\alpha =0^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği (filtre ekli devre).....	61
Şekil 3.34. $\alpha =60^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği (filtre ekli devre).....	61
Şekil 3.35. $\alpha =120^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği (filtre ekli devre).....	61
Şekil 3.36. $C_f=0,0005F$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	62
Şekil 3.37. $C_f=0,005F$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	62
Şekil 3.38. $C_f=0,05F$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	62
Şekil 3.39. Basit bir anahtarlama DA-DA çevirici.....	63
Şekil 3.40. DA–DA çevirici topolojisi	64
Şekil 3.41. PWM (a) Blok diyagramı (b) Kıyaslama gerilimi	66
Şekil 3.40. Alçaltıcı DA-DA çevirici	68
Şekil 3.41. Alçaltıcı çevirici devresinin evreleri; (a) anahtar iletimde, (b) anahtar kesimde	69
Şekil 3.42. Alçaltıcı çeviricinin teorik bilgi sayfası	71
Şekil 3.43. Alçaltıcı çeviricinin benzetim sayfası	72
Şekil 3.44. Alçaltıcı çeviricinin deney sayfası	73
Şekil 3.45. $D=0,1$ için çizdirilen çıkış gerilim grafiği	78
Şekil 3.46. $D=0,5$ için çizdirilen çıkış gerilim grafiği	79

Şekil	Sayfa
Şekil 3.47. $D=0,8$ için çizdirilen çıkış gerilim grafiği	79
Şekil 3.48. $V_g=20$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	80
Şekil 3.49. $V_g=50$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği.	80
Şekil 3.50. $V_g=100$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği.	80
Şekil 3.51. $R=2 \Omega$ için çizdirilen (a) çıkış gerilimi (b) çıkış akımı grafikleri.....	81
Şekil 3.52. $R=10 \Omega$ için çizdirilen (a) çıkış gerilimi (b) çıkış akımı grafikleri.....	82
Şekil 3.53. $f_s=1000$ Hz için alçaltıcı çevirici programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği.	83
Şekil 3.54. $f_s=10000$ Hz için alçaltıcı çevirici programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği.	83
Şekil 3.55. $L_1=0,05$ H için çizdirilen bobin akımı grafiği	84
Şekil 3.56. $L_1=0,005$ H için çizdirilen bobin akımı grafiği	84
Şekil 3.57. $L_1=0,0005$ H için çizdirilen bobin akımı grafiği	84
Şekil 3.58. a-a motor tahrik sistemi içerisindeki anahtarlama bir evirici	85
Şekil 3.59. Üç fazlı evirici devresi	87
Şekil 3.60. 180° iletim fazlar arası gerilim eğrileri.....	88
Şekil 3.61. 180° iletim faz-nötr gerilim ve akım eğrileri.....	88
Şekil 3.62. 120° iletim fazlar arası gerilim eğrileri	90
Şekil 3.63. Üç fazlı PWM dalga şekilleri.....	91
Şekil 3.64. Üç fazlı evirici programı teori sayfası	94
Şekil 3.65. Üç fazlı evirici programı deney sayfası	95
Şekil 3.66. Üç fazlı eviricinin benzetim programı için hazırlanan benzetim programı sayfası	100
Şekil 3.67. $V_k=0,1$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	101

Şekil	Sayfa
Şekil 3.68. $V_k=0,5$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	101
Şekil 3.69. $V_k=0,9$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği	101
Şekil 3.70. $V_{üçgen}=1$ V için çizdirilen A fazına ait çıkış gerilimi grafiği	102
Şekil 3.71. $V_{üçgen}=2$ V için çizdirilen A fazına ait çıkış gerilimi grafiği	102
Şekil 3.72. $V_{üçgen}=4$ V için çizdirilen A fazına ait çıkış gerilimi grafiği.	103
Şekil 3.73. $f_1=50$ Hz için üç fazlı evirici programında çizdirilen A fazına ait çıkış gerilim grafiği	103
Şekil 3.74. $f_1=100$ Hz için üç fazlı evirici programında çizdirilen A fazına ait çıkış gerilim grafiği	104
Şekil 3.75. $f_1=250$ Hz için üç fazlı evirici programında çizdirilen A fazına ait çıkış gerilim grafiği	104
Şekil 3.76. Doğrultucular Test Sayfası	105
Şekil 3.77. Doğrultucular Test Sayfasının sonuç hali	106

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
V_g	Devreye uygulanan giriş gerilimi
V_0	Yük üzerine düşen gerilim
V_{dyt}	Diyot gerilimi
I_{dyt}	Diyot akımı
V_L	Bobin gerilimi
I_L	Bobin akımı
f_l	Giriş gerilimi frekansı
f_s	Anahtarlama frekansı
T_{max}	Grafiklerde gösterilen azami süre değeri
Alfa	Tristör tetikleme açısı
R_f	Filtre direnci
C_f	Filtre kondansatörü
I_d	Devre akımı
L_s	Kaynağın iç endüktansı
V_k	Doğrusal denetim gerilimi
V_{st}	Testere dişi gerilim
t_{on}	Anahtarın iletimde kaldığı süre
t_{off}	Anahtarın kesimde kaldığı süre
Vüçgen	Üçgen gerilim

Kısaltmalar	Açıklama
İTE	İnternet tabanlı eğitim
DA-AA	Doğru akım-alternatif akım
PWM	Pulse Width Modulation
www	world wide web
http	hyper text transfer protocol

1. GİRİŞ

Dünya üzerindeki toplumların gelişimi ve ilerlemesi, bilgiyi üretmeleri, kullanmaları ve ona sahip olmaları ile doğru orantılıdır. Bilgi üretemeyen veya hazır alan toplumlar sadece kendilerine verilen görevleri yapmakla uğraşırken diğer ülkeler dünyanın yönetilmesinde söz hakkına ve yaptırım gücüne sahip olurlar. Bu yüzden ki bilgi üretmek, ona sahip olmak ve onu kullanmak önem arz etmektedir. Toplumun bilgiyi üretebilmesi, toplumu oluşturan bireylerin bu bağlamdaki üretkenliğiyle olanaklıdır. Dolayısıyla bilgi, bireyin toplum içerisindeki yerini belirleyici bir özelliktir. Bu da bireylerin eğitime verdikleri önemi arttırmakta, yaşam boyu öğrenme, eğitimi yaşam tarzı olarak benimseme yaklaşımlarının yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Fakat bu noktada belli bir yaştan üstündeki ve yaşantıdaki insanlar için şu sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ne zaman, nerede, nasıl, eğitim alabilirim? Örnek olarak kırk yaşında bir elektrik öğretmeni ele alınsın bu öğretmen hafta içi her gün okulda olması gerekmektedir. Bu kişinin ailesi ve belli bir yaşantı düzeni olduğu için bu kadar uğraşlarının içinde birde mesleği ile ilgili yenilikleri takip etmesi, onlarla ilgili bilgi sahibi olması, çalışma yapması kişiye ağır gelebilir. Bu kişi ilk zamanlar kendini geliştirmeye çalışsa da belli bir zaman sonra öğrenme işini aksatabilir, öğrenme için harcadığı para kişiye fazla gelebilir veya tam anlamıyla doğru öğrenme işini yapamayabilir. İşte tam bu noktada alternatif bir eğitim modeli ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı, hayatın her alanında her zaman uygulanabilecek bir eğitim modeline ihtiyaç duyulmuş ve sonucunda da başta zaman ve mekândan bağımsızlığı ve alışılmış eğitime göre daha düşük maliyeti ile uzaktan eğitim modeli ortaya çıkmıştır. Uzaktan eğitim ya da uzaktan öğrenme adı verilen bu eğitim yaklaşımı geçmişten günümüze çeşitli uygulama alanları bulmuştur.

Uzaktan eğitimi organize yapıda ilk sunan üniversitelerden biri 1886'da ilk uzaktan öğrenme ağını kuran Pennsylvania Devlet Üniversitesi'dir. Farklı yerlerdeki öğrencilerine verdiği eğitimi dönemin iletişim aracı mektupla gerçekleştirmiştir (1).

Türkiye’de de uzaktan eğitim modelini etkin halde kullanan üniversiteler bulunmaktadır. Anadolu üniversitesi açık öğretim fakültesi uzaktan eğitimi en etkili kullanan üniversitelerin başında gelmektedir. Televizyon, radyo, yazılı yayınları kullanarak uzaktan eğitimi gerçekleştirmektedir.

Ancak uzaktan eğitim gerçek anlamda uygulama alanını internet ile bulmuştur. Son 10 yılda internet erişiminin kolaylaşması ve ucuzlaması, bununla birlikte iletişim hızlarının da artması, internetin uzaktan eğitim alanında çok güçlü bir araç haline gelmesini sağlamıştır. İnternetin araç olarak kullanıldığı eğitim süreçlerinin tamamı internete dayalı uzaktan eğitim ya da web tabanlı eğitim olarak adlandırılabilir. Çizelge 1.1’de Türkiye’de İTE (internet tabanlı eğitim) gerçekleştiren üniversiteler ve internet adresleri görülmektedir.

Çizelge 1.1. Türkiye’de İTE programına sahip üniversiteler

Üniversite	Program Adı	URL
Ahmet Yesevi Üniv.	Türtep	http://www.yesevi.net
Anadolu Üniv.	E - MBA	http://embAAnadolu.edu.tr
Anadolu Üniv. Açık Öğretim Fakültesi	Bilgi Yönetimi Önlisans Programı	http://www.bilgi.aof.edu.tr
İTÜ	UZEM	http://www.uzem.itu.edu.tr
ODTÜ – IDEA	Asynchronous Internet Education	http://idea.metu.edu.tr
ODTÜ – Online	METU Online	http://online.metu.edu.tr
ODTÜ - Informatics	Informatics Online - Master of Science Program	http://ion.ii.metu.edu.tr
ODTÜ – DİL	dil (Distance Interactive Learning)	http://www.dil.metu.edu.tr
İstanbul Bilgi Üniv.	E - MBA	http://www.bilgiemba.net

Türkiye’de kamu sektörünün dışında internet üzerinden eğitim veren özel kuruluşlarda vardır. Bunlar Çizelge 1.2’de internet adresleri ve verdikleri eğitim adları ile birlikte verilmiştir;

Çizelge 1.2. Türkiye’de İTE hizmeti veren özel sektör faaliyetlerinden bazıları

Kuruluş	Program Adı	URL
IDEA e-learning solutions	Microsoft Eğitimleri	http://www.ideaegitim.com
Öğretmenler Sitesi	Teknoloji Eğitimleri	http://www.ogretmenlersitesi.com
Enocta	Mesleki Eğitim	http://www.meslekegitimleri.com
Netron	E-LearnCampus	http://www.netron.com.tr

Web tabanlı eğitim ilk zamanlarda sadece ders içeriklerinin web sayfaları şeklinde internet ya da yerel ağ ortamına sunulması ve www (World Wide Web) üzerindeki kaynaklara bağlantıların sağlanması şeklinde uygulanmaktaydı. Daha sonra modelin, gereksinimlerinin daha da artması ile web erişiminin hızlı, kolay ve ucuz hale gelmesiyle sanal sınıf uygulamaları, web üzerinden ders içeriklerinin benzetimler yoluyla verilmesi gibi yollarla bu metot bütünleşmiştir.

Eğitim bilimcileri tarafından yapılan çalışmalar, uzaktan eğitim materyalinin pedagojik olarak yeterli kalitede olması ve öğrencinin konuyu öğrenme isteğinin bulunması durumunda, öğrenci kendi kendine yapacağı çalışma ile konunun %80’ini öğrenebildiğini görmüşlerdir. Geriye kalan %20’lik öğrenme ise, eşzamanlı olarak bir öğretmen eşliğinde yapılan çalışmalar ve etkileşimle gerçekleşmektedir. Yüzdelere de anlaşılabileceği gibi çevrimiçi eğitimin başarılı olabilmesi için, eş zamanlı ve eş zamanlı olmayan uygulamalar birbirini destekleyecek şekilde planlanmalıdır (1).

Yukarıdaki ifadeden yola çıkarak eş zamanlı olarak verilen güç elektroniği dersi eş zamanlı olmayan bir uygulama ile desteklenerek öğrencilere aktarılacak istenmektedir.

Tez çalışmasının 2. bölümünde internet üzerinden eğitimin nasıl gerçekleştiği, teknolojik ve pedagojik tarafları hakkında bilgi verilmiştir. 3 bölümde eğitim sayfalarının yapısına ve benzetimlerin çalışma şekillerine değinilmiştir. Son olarak 4. bölümde internet üzerinden eğitim nasıl daha ileri seviyelerde gerçekleştirilir onun hakkında düşüncelere yer verilmiştir.

Bu tez ile birlikte güç elektroniği ile ilgili ders almayan fakat belli bir elektrik ve elektronik temeline sahip kişiler zaman ve mekân sınırlaması olmaksızın bu sistemleri öğrenebileceklerdir.

2. İNTERNET ÜZERİNDEN EĞİTİM SİSTEMİ

İnternet üzerinden eğitim, web tabanlı eğitim, e öğrenme gibi tanımlar genel olarak eğitimciler tarafından kullanılan tanımlardır. Fakat Türkçeye en uygun ifade İTE olarak düşünülmektedir. İTE dünya üzerinde yeni bir eğitim modeli olduğu için eğitim bilimciler İTE ile ilgili birçok tanımlamalar geliştirmişlerdir.

Cebeci(2004) İTE'in tanımını yaparken şöyle demektedir (2):

“Öğretim ve öğrenim işleminin bilgi ve iletişim teknolojileri (information and communication technologies, ICT) veya basit olarak elektronik araçlarla, ancak çoğunlukla ağ ortamında gerçekleştirilen öğrenime İTE denir.”

Bilindiği gibi eğitim iki şekilde olmaktadır. Bunlar eş zamanlı ve eş zamanlı olmayan eğitim metotlarıdır. Eş zamanlı eğitim denildiğinde zamana bağımlı, aynı mekânda ve yüz yüze verilen eğitim kastedilmektedir. Bu eğitim modeli geleneksel eğitim modelinin adıdır. Bu tip eğitim modeline video konferans sistemi de dahil edilebilir. Eş zamansız eğitim ise zamandan ve mekândan bağımsız olarak verilen eğittir. Bu tip eğitim tam olarak zaman ve mekândan bağımsız olarak verileceği gibi, belirli zamanlarda zamana ve mekâna bağımlı olarak da verilebilir. İnternet üzerinden verilen eğitim zamandan ve mekândan bağımsız eğittir. Ancak belirli zamanlarda eğitimi alan kişiler yüz yüze eğitime ve sınavlara alınıyorsa bu tip eğitim zamandan yarı bağımsız eğitim olarak adlandırılabilir.

İnternet hızının şimdiki kadar hızlı olmadığı zamanlarda uzaktan eğitim cd, kaset, video, radyo televizyon gibi araçlar kullanılarak gerçekleştirilirdi. Son 10 yılda ise internet hızının artması ile kaydedilmiş metin, görüntü, ses, video şeklindeki bilgiler web sayfalarına, benzetim(simülasyon), sunu, gibi çeşitli elektronik belge biçimlerinde aktarılmıştır. Bu belgeler internet uygulamaları ile ya da ağlar aracılığıyla yakın veya uzak mekânlara eşzamansız olarak ulaştırılmaktadır. Bu tarz bir eğitim-öğretim biçimine İTE denir.

Başka bir tanımı ise, eğitimin zaman ve mekândan bağımsız olarak yürütüldüğü; bilgisayarın bir araştırma ve iletişim amacıyla, öğretim ve sunum aracı olarak kullanıldığı eğitim modeli olarak tanımlanabilir (2).

İTE modeli yukarıda tanımları açıklandığı gibi eş zamanlı ve eş zamansız olarak 2 farklı şekilde uygulanmaktadır.

İTE, her türlü elektronik materyal ve ulaştırma biçimlerini kapsamakla birlikte, daha çok eşzamanlı olmayan, interaktif, çevrimiçi web tabanlı öğretim/öğrenimi ifade etmek amacıyla kullanılan bir terimdir.

Bazılarına göre de ağ tabanlı eğitim, (networking learning) İTE(Internet enabled learning) olarak tanımlanmaktadır.

Tez çalışmasının ikinci bölümü ise güç elektroniği konusudur. Bu konu bir sonraki bölümde ayrıca irdelenmiştir.

2.1. Güç Elektroniği

Güç elektroniği bilindiği üzere son 10 yılda yarı iletken teknolojisinin gelişmesi ile sanayi ve günlük yaşantıdaki uygulamaları oldukça artmıştır. Aydınlatma, ısıtma, ev eşyaları, enerji iletimi gibi daha birçok alanda güç elektroniği devreleri kullanılmaktadır.

Bu uygulamadaki amaç mühendislik, teknik eğitim fakülteleri ve meslek yüksek okullarındaki öğrencilere günümüzde gösterilen güç elektroniği dersinin anlaşılmasını ve kavranmasını kolaylaştırmaktır. Kullanım alanının artması ile birlikte çoğu mühendislik fakültesi, teknik eğitim fakültesi gibi ilgili yerlerde bu konu ile ilgili dersler açılmıştır. Aynı zamanda bu tür okullardan daha önce mezun olmuş tekniker, mühendis, teknik öğretmen gibi kişiler bu sayede interneti araç gibi kullanarak güç elektroniği konuları hakkında bilgi sahibi olabilirler. Bu şekilde

eskiden kullanımı olmayan fakat şimdi çok yoğun bir şekilde kullanılan sistemler hakkında herhangi bir ücret ödmeden belli bir zaman kısıtlaması olmaksızın istedikleri yerde bu konular hakkında bilgi sahibi olabilirler.

Güç elektroniği dersinin müfredatını hazırlarken piyasada en çok kullanılan güç elektroniği sistemleri basitten zora doğru sıralanarak anlatılmıştır. Bir güç elektroniği sisteminin temelinde, 4 tane güç çevrim işlemi vardır. Bunlar;

- 1- AA'dan DA'ya (AA-DA)
- 2- DA'dan DA'ya (DA-DA)
- 3- DA'dan AA'ya (DA-AA)
- 4- AA'dan AA'ya (AA-AA)

Bu güç çevrim işlemleri bazı temel devrelerle, web üzerinden java programı kullanılarak benzetimi yapılmış ve anlatılmaya çalışılmıştır. Tezin kapsamında bu devreler üç ana bölüm altında incelenmiştir. Bunlar;

AA-DA çevrimi yapan *doğrultucular*

DA-DA çevrimi yapan *çeviriciler (converters)*

DA-AA çevrimi yapan *eviricilerdir (inverters)*

4. Bölümde, Doğrultucular başlığı altında örnek olarak denetimsiz yarım dalga doğrultucu devresinin hazırlanması, benzetim programı ve deneyinin yapılması hakkında bilgi verilmiştir. Web üzerinde ise 6 tane doğrultucunun teorik, deney ve benzetim sayfaları bulunmaktadır. Bu devreler şunlardır;

- a- Denetimsiz Yarım Dalga Doğrultucu
- b- Denetimsiz Tam Dalga Doğrultucu
- c- Denetimsiz Üç Fazlı Doğrultucu
- d- Denetimli Yarım Dalga Doğrultucu
- e- Denetimli Tam Dalga Doğrultucu
- f- Denetimli Üç Fazlı Doğrultucu

Burada, denetimsiz devrelerde diyot kullanılırken, denetimli devrelerde tristörler kullanılmaktadır. Tristörün iletme geçme zamanları darbe genişlik modülasyon (PWM, Pulse Width Modulation) denetim tekniğinden faydalanarak belirlenmiştir.

4. Bölümde, çeviriciler ana başlığı altında örnek olarak DA'dan DA'ya çevrim yapan yükseltici (buck) çeviricinin(converter) benzetim programı hakkında bilgi verilmiştir. Fakat web üzerinde yine 5 adet çevirici devresinin benzetimi ve eğitim sayfası bulunmaktadır.

Bu devreler;

- a- Alçaltıcı Çevirici (Buck Converter)
- b- Yükseltici Çevirici (Boast Converter)
- c- Alçaltıcı-Yükseltici Çevirici (Buck-Boast Converter)
- d- Cuk Çevirici
- e- Tam Köprü Çevirici (Full Bridge Converter)

Aynı zamanda 4. bölümde, eviriciler (Inverters) ana başlığı altında tek fazlı eviricinin eğitimi ve benzetim sayfası hakkında bilgi verilmiştir. Uygulamada ise DA'dan AA'ya çevrim yapan üç adet devrenin benzetim programları ve eğitim sayfası bulunmaktadır. Bu devreler;

- a- Tek Fazlı Evirici
- b- Üç Fazlı Evirici
- c- Üç Fazlı Evirici ile Asenkron Motor Denetimi

Tezin içeriğinde örnek olarak incelenecek olan devreler hakkında teorik bilgi, denetim tekniği, devrelerin matematiksel modelleri, program ana sayfaları, deney sayfaları yer almaktadır. Ayrıca deney sayfalarında seçilen örnek değerler için benzetim programında elde edilen sonuçlar, ilgili bölüm başlıkları altında ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

Ayrıca bunu bir eğitim modeli olarak düşündüğümüz için teorik ve deneysel kısmın yanında birde konunun ne kadar anlaşıldığını ölçecek olan test sayfası sisteme eklenmiştir. Kullanıcıların anlayamadıkları yerleri sormaları birbirleri ve yönetici ile iletişim kurmaları için birde sohbet sayfası ve forum sayfası sisteme eklenmiştir.

2.2. İTE Gerekli midir?

Türkiye de halen açık öğretim fakültelerinin eğitimi, ne kadar doğru olup olmadığı tartışılmaktadır. İnsanlar günümüzde örgün öğretim alan bir öğrenci ile açık öğretim fakültelerinde aynı programdan mezun olan öğrencilerin aynı olamayacağını tartışırken buna ek olarak şimdi de İTE konusu ortaya çıkmıştır. Eğitim bilimciler İTE metodunun ortaya çıkışı ile bunun yeterliliğini ve etkinliğini araştırmaya koyulmuşlardır.

Bu süreçte yapılan araştırmalarda öğrencinin başarı yüzdeleri kıyaslandığında klasik eğitim alan öğrencilerle uzaktan eğitim alanlar arasında belirgin farklar olmadığı gözlenmiştir. Eldeki bu bilgiler ışığında İTE metodunu kullanarak verilen eğitim uygun mudur yoksa değil midir ve ihtiyaç mı yoksa gereksiz bir metod mu soruları ortaya çıkmıştır. Bu sorunun cevabı ise gelişmiş toplumlar temel alınarak cevaplandırıldığında şu şekilde yanıtlanabilir.

Küreselleşme (ticaret, sermaye, iş yönetimi açısından), yeni ekonomi, dinamizm ve rekabet, bilgi sermayesi, insan kaynakları, eğitim ve araştırma, hızlı etkin ucuz ve yaygın eğitim, bilgi teknolojilerinin kullanımı için en önemli araç olmasından dolayı İTE'in bir ihtiyaç hatta zorunluluk olduğu ortaya çıkmaktadır (2).

İTE denilince akla sadece bireylerin ve şirketlerin zaman ve mekân kısıtlaması olmaksızın sınırsız öğrenebilmesi anlamı gelmemelidir. Doğru insanları, doğru zamanda, doğru bilgi ve becerileri kazandırabilecek şekilde öğretme ortamı ve fırsatı olarak ta algılanmalıdır. İTE'i, klasik öğretime bir alternatif olarak algılamamalı aksine onu tamamlayıcı, genişletici, etkinleştirici bir unsur olarak kabul edilmelidir. İTE bilgi toplumu olmanın ve eğitimi yaygınlaştırmanın en önemli alternatif aracıdır.

Fırsat eşitliği yaratma ve kişisel gelişimi sağlamada etkin bir araçtır. İTE’le birlikte öğrenci şu yetileri de kazanmaktadır.

Daha iyi iletişim becerisi, bağımsız öğrenme yeteneği, kendi kendine sorumluluk alma, değişen koşullara uyum yeteneği, sorun çözme, düşünme, kritik ve sayısal düşünme yeteneği, bilgiye erişim arama yeteneği ve becerisi gibi önemli yetenek ve beceriler ek eğitim olmadan, dolaylı ve ikincil yoldan İTE sayesinde kazanılmaktadır (1).

2.3. Neden İTE?

Web Tabanının kullanılması ile İTE’in bu kadar önemli hale gelişindeki etkenlerden ilk akla gelen web ortamının zamandan ve mekândan bağımsız oluşudur, bu sayede “nerede ve ne zaman olursa olsun bilgiye erişim” ilkesi sağlanmış olmaktadır. Ancak web tabanlı eğitim sadece “zamandan ve mekândan bağımsızlık” özellikleri ile ön plana çıkartılırsa, önemli bir yanlış yapılmış olunur. Çünkü web tabanlı eğitim’in kullanılmasını daha da önemli kılan bir takım özellikleri vardır. Bunlar;

Kişiselleştirilebilir Eğitim: Verilen eğitimin, şirket, bölüm, grup ve kişiye göre özelleştirilebilmesini sağlar.

Etkileşimli Eğitim: Gerçek hayata uygun olarak geliştirilmiş benzetimlerle, çoklu ortam uygulamalarıyla ve internet ortamının sağladığı araçlarla etkileşimli bir eğitim ortamı sağlar.

Güncel İçerik: Eğitim içeriğinin her zaman güncel olacak biçimde değiştirilmesinin sağlanabildiği bir ortamdır.

Öğrenci Merkezli Eğitim: Öğrenciye verilecek eğitimin, öğrencinin kapasitesine göre değil, öğrencinin gereksinimlerine göre belirlenebilmesini sağlar.

Düşük Maliyetli Eğitim: Maliyeti, geleneksel sınıf içi eğitim maliyetinin ortalama olarak yarısı kadardır (2).

Web ile erişilebilecek kaynak kapasitesi ve erişilebilirlik göz önüne alındığında; web’in hem eğitim hem de bilgi amaçlı kullanılabileceği açıktır.

2.4. İTE'in Klasik Öğrenme İle Karşılaştırılması

Bu noktada İTE ve klasik öğrenme metotları içinde hangi elemanlar mevcut aşağıdaki çizelge 2.1'de maddeler halinde belirtilmiştir (2).

Çizelge 2.1. İTE'in ve geleneksel öğrenmenin kapsamaları.

İTE	Geleneksel öğrenim
Öğrenci	Öğrenci
İçerik	İçerik
Uygulamalar	Öğretim yöntemleri
Bilişim altyapısı	Derslikler
Portal-erişim noktaları	
Tarayıcı	
Öğrenim sağlayıcısı	Öğrenim sağlayıcısı

Çizelge 2.2'de ise geleneksel öğrenim ile İTE'in belli bazı faktörler altında kıyaslaması yapılmıştır (2).

Çizelge 2.2. İTE ve geleneksel öğrenme arasındaki farklılıklar.

Faktör	Geleneksel öğretim	İTE
Zaman	Bağımlı, süreli	Bağımsız, yaşam boyu
Mekân	Bağımlı, kısıtlı	Bağımsız, teorik sınırsız
Transfer	Teknolojiye bağımlı değil	Teknolojiye bağımlı
Hız	Yavaş	Hızlı
Öğrenim ortamı	Kontrol altında, kurallı, yüz-yüze, süre sınırlı	Denetimsiz, kuralsız, öğrenci öğreticiden uzakta, süre sınırsız
Yetenek-kalite	Öğretmenin öğretim yeteneği, bilgi ve beceri düzeyine; öğrencinin öğrenme hızına bağımlı	Öğretim ve öğrenim yeteneğine bağımlı değil, en değerli materyal herkese sağlanabilir
Esneklik	Esnek değil, yeniden yapılandırılmaz	Esnek, kişiye, zamana, amaca bağlı olarak yeniden yapılandırılabilir.
Etkinlik	Durum ve koşula bağlı	Durum ve koşula bağlı
Ölçeklendirme	Çoğunlukla hayır	Evet, 1–1000 arasında fark yok
Yararlanma	Kısıtlı, belirli sayıda öğrenci	Teorik olarak sonsuz, yaygın
Yatırım	Pahalı (binalar, maaşlar, yönetim)	Göreceli ucuz (çalışma yapmalı)
İşletim	Pahalı/Ucuz	Ucuz (30 öğrenci/ögrt. Elemanı)

2.5. İTE’in Olumlu ve Olumsuz Yanları

İTE birçok olumlu yanları sayesinde üstün bir öğrenme metodu olarak kullanılabilir. Bu olumlu yanları maddeler halinde sıralanacak olunursa;

- Fırsat eşitliği
- Minimum fiziksel mekân ihtiyacı
- Öğretim elemanı sayısının yetersizliğine bağlı olumsuzlukların azaltması
- Ulaşım-barınma kolaylığı

- Yaşam boyu eğitim felsefesi
- Bireysel öğrenme sorumluluğunun gelişimi
- Öğrenmenin zevkli ve kolay hale gelmesi
- Ders materyalini güncelleme rahatlığı
- Öğrenci işleri otomasyonunun ve istatistik veri analizinin kolaylaşması

Açısından İTE'in kullanılması yararlıdır.

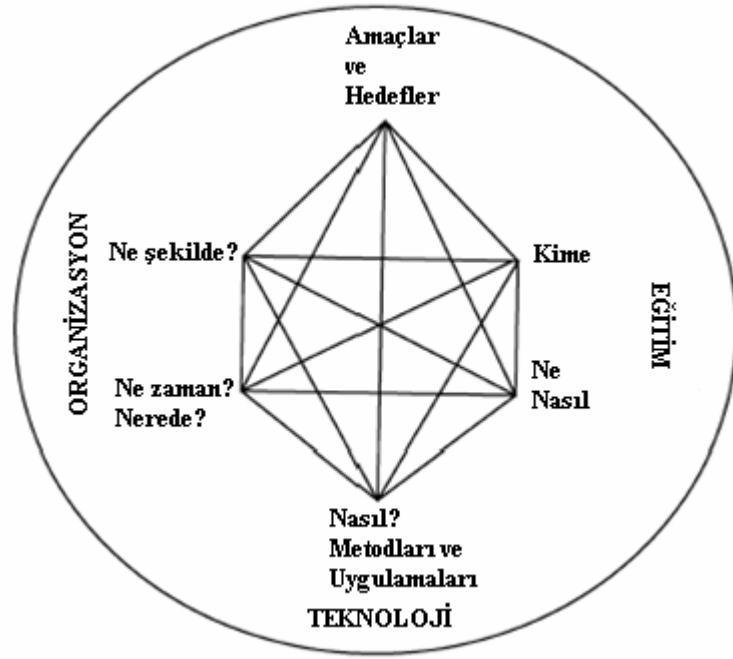
İTE birçok olumlu yanları olmasına karşın bazı olumsuz yanları da mevcuttur. Bu olumsuz yanlarını maddeler halinde sıralanacak olunursa;

- Psikolojik açıdan
- Teknik açıdan
- Beceri ve tutuma yönelik davranışların gelişmesi

Açısından İTE'in dezavantajları bulunmaktadır.

2.6. İTE Nasıl Olmalıdır?

İTE'in tanımı gerekliliği ve etkinliğinden sonra bu bölümde İTE'in alt yapısının nasıl oluşturulması gerektiği hakkında bilgi verilmektedir. İTE'in modellemesi yapılacak olunursa aşağıdaki Şekil 2.1'de görülen diyagram ortaya çıkar. Burada 4 ana başlık ve bu başlıklar altında da sorulması gereken önemli sorular yer almaktadır.



Şekil 2.1. İTE'in alt yapısı

Görüldüğü gibi bu dört ana başlık kendi içinde etkileşim içindedir. Bu sorulara göre hazırlanacak olan bir İTE içeriği kullanışlı etkin ve başarı yüzdesi yüksek olacağı düşünülmektedir.

2.7. İTE İçin Tasarım

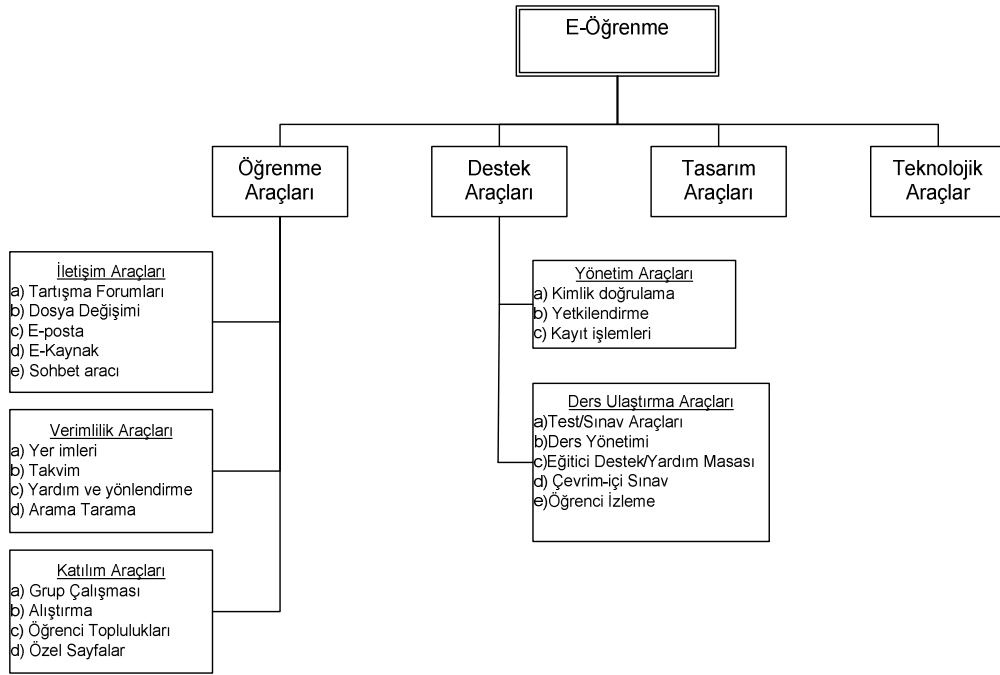
Web Tabanlı Eğitim, geçmişten günümüze kadar farklı uygulama biçimleriyle karşımıza çıkmıştır. İlk uygulamaları, bugün basitçe “sayfa çevirici” olarak adlandırabileceğimiz, öğrencilerin sayfalar arasında gezinmesinden ibarettir. Web Tabanlı Eğitim, çevrimiçi bir öğrenme ortamının hazırlanması ve sunulması için gerekli olan altyapıyı sağlayan eğitim yönetim sistemi yazılımlarının da katkısıyla daha esnek, daha güçlü uygulama biçimlerine kavuşmuştur. Çevrimiçi eğitsel içerik genellikle aşağıdaki temel parçalardan oluşur:

Bir İTE sisteminin teknik özellikleri ve işlevleri;

- Öğrenme araçları,
- Destek araçları,

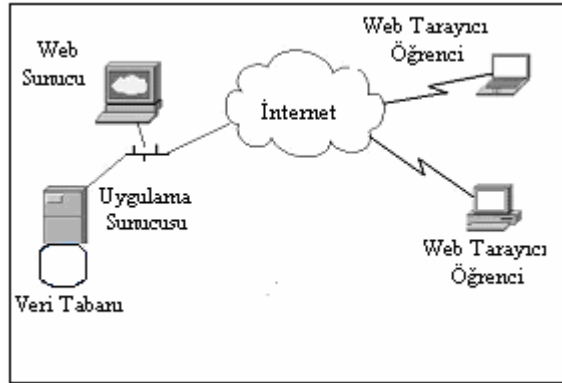
- Tasarım araçları,
- Geliştirme teknikleri ve teknolojik araçlar

şeklinde gruplandırılarak incelenebilir. Bu özellikler aşağıdaki Şekil 2.2’de daha açık olarak bütün halde görülmektedir. İdeal bir İTE sisteminin yapısı ve işlevlerinin neler olması gerektiği; mevcut sistemlerin değerlendirilmesi ve en uygun sistemin belirlenmesi oldukça geniş ve aslında hala üzerinde tartışılan konulardan biri durumundadır. Bu alanda yapılan çalışmaların çoğunda ürünler/çözümlerin teknik yapıları, eğitsel özellikleri ve işlevsel zenginlikleri üzerinde durulmaktadır (3).



Şekil 2.2. İTE'in genel yapısı

Bunlara ek olarak, eğitsel içeriğin öğrenci hakkında da bilgi sahibi olması gerekir. En azından, hangi öğrencinin içeriğe eriştiği bilinmeli ve bu öğrencinin kayıtları tutulmalıdır. Bunun sağlanabilmesi için eğitsel içerik bir Eğitim Yönetim Sistemi ile birleştirilir. Öğrenci sisteme girer ve içerik ile etkileşimleri sistem tarafından kaydedilir.



Şekil 2.3. Web Tabanlı Eğitim Modeli

Geliştirilecek etkileşimli uzaktan eğitim sistemi için iki farklı yapının kullanımı söz konusu olabilir. Birinci yapı; istemci ile sunucu arasındaki ilişkide sunucu yönelimli iken, ikinci yapıda dağıtılmış bir yönelim söz konusudur.

İlk yapıda istemci üzerinde çalışan bir program yardımı ile uzaktan eğitime katılan öğrenci, benzetimlerin(simülasyonların) çalıştırılmasında sunucu desteğine ihtiyaç hissedecektir. İstemci tarafından sunucuya gönderilecek yeni parametre sunucudaki hizmet programı tarafından işlenerek sonuçlar istemciye yönlendirilecektir. Bu yaklaşım ActiveX, VBScript, ASP gibi teknolojilerin kullanıcısı ile kullanıcının bağlandığı site arasında etkileşimli bir ortam sağlamasını gerektirir. Sanal bir sınıf oluşturulmasında MATLAB gibi sayısal hesaplama, veri çözümleri ve grafik işlemlerinde kullanılabilecek özel amaçlı modüller paketlere sahip bir programlama ortamı da kullanılabilir. Matlab 6 ve sonrası sürümler Matlab dosyalarının web sayfaları üzerinde etkileşimli olarak sunulmasına imkân sağlamaktadır. Bunun için web üzerinde yayımlanacak proje içeriğine göre girdi ve çıktı olmak üzere iki farklı şekilde HTML sayfası ve bu sayfaların bel kemiğini oluşturacak bir Matlab ‘m’ dosyası oluşturulur. ‘m’ dosyası HTML’ den aldığı verileri Matlab web sunucusuna gönderir. Sunucuda işlenen girdiler Matlab çıkış HTML aracılığı ile son kullanıcıda sergilenir. Ancak bu çok sayıda kullanıcının hizmet göreceği bir durumda sunucu hızında ciddi düşüşlere neden olacaktır. Böylesi bir durum, sunucunun sadece ilgili çoklu ortam uygulamaları için minimum kullanımı gerektirir. Bu gereklilik, benzetim (simülasyon) ve deneme için sadece kodların sunucudan istemciye gönderileceği bir

yapı içerisinde karşılanabilir ve ikinci yapının kullanılması ile mümkündür. Ancak bu durumda sunucuda hizmet veren güvenli bir yazılım ihtiyacı ortaya çıkacaktır. Ayrıca farklı düzlemler için uygun çözümün sunulması gereklidir. Bu tür gereksinimler VBasic ve benzeri görsel, nesne tabanlı programlama dillerinin sunucuda böyle bir hizmet için kullanımını sınırlamaktadır. Bu kısıtlamalar ve gereksinimler göz önüne alınarak Java gibi düzlemde bağımsız, nesne tabanlı bir dilin sunucuda hizmet programının geliştirilmesi için uygun olacağı gözükmemektedir (4).

Bu tez çalışmasında da java programlama dilinin j2sdk1.4.2_05 versiyonu kullanılmıştır. Java programlama dilini tercih etmedeki sebepler web üzerindeki çalışma sayfası (applet) teknolojisinin gelişmiş olması ve farklı yüklenmesi sebebi ile tarayıcıdan bağımsız çalışması etkili olmuştur. Java programlama dili diğer web programlama dillerine göre değişik avantajları bulunmaktadır. Bunların en önemlilerinden biri ise java'nın platform bağımsızlığının olmasıdır. Yani java herhangi bir işletim sistemi üzerinden çalışabilmektedir. Linux, microsoft veya benzeri işletim sistemlerinde rahatça çalışma sayfaları görülebilmektedir. Java ile ilgili ayrıntılı bilgi bir sonraki başlık altında verilmiştir.

2.8. Java Programlama Dili

Bu bölümde java teknolojisinin ne olduğu, nasıl çalıştığı, java ile ilişkili bazı kavramlara ve tez uygulamasında javanın nasıl kullanıldığına kısaca açıklık getirilecektir.

Java, Sun microsystems mühendislerinden James Gosling tarafından geliştirilmeye başlanmış gerçek nesneye yönelik, platformdan bağımsız, yüksek performanslı, çok işlevli, yüksek seviye, adım adım işletilen (interpreted) bir dildir (5).

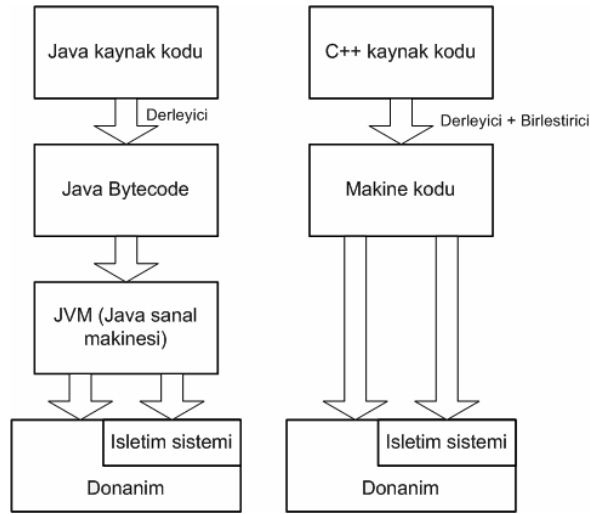
Java ilk üretimi planlanırken mobil telefonlarla, küçük elektronik cihazların programlanması için ortak bir platform dili olarak düşünülmüştür. Ancak görülmüş ki platform özgürlüğü çok büyük bir avantaj sağlamakta ve C, C++ gibi programlarla

kıyaslandığında çok daha üstün, güvenli bir yazılım geliştirme ve işletme ortamı sunmakta bunun için sun firması bu programlama dilini genişletmiş ve her yerde kullanmaya başlamıştır. Java şu anda özellikle kurumsal alanda ve mobil cihazlarda son derece popüler olmuş ve yaygın kullanılmaya başlanmıştır.

Java'nin ilk sürümü olan “Java 1.0” ’yı 1995 yılında piyasaya sürüldü ve Java Platform 1 olarak adlandırıldı. Tasarlama amacına uygun olarak küçük boyutlu ve kısıtlı özelliklere sahipti. Daha sonra platformun gücü gözlemlendi ve tasarımında büyük değişiklikler yapıldı. Bu büyük değişikliklerden dolayı geliştirilen yeni platforma Java Platform 2 adi verildi ama sürüm numarası 2 yapılmadı, 1.2 olarak devam etti (5).

2.8.1. Java nasıl çalışır?

Bir java programının çalışması şu şekilde gerçekleştirilir. Programcı java kodunu yazar ve bu kod bir java derleyicisi ile derlenir. Örneğin bu tez çalışmasında javanın j2sdk1.4.2_05 versiyonu ile derleme yapılmıştır. Sonuçta bytekod adı verilen bir tür makine kodu ortaya çıkar. Platform özgürlüğünü sağlayan kısım bu bytecode 'dur. Çünkü bir kere bytecode oluştuktan sonra yazılım tüm işletim sistemlerinde çalışabilir. Bu byte kod Java Virtual Machine (Java Sanal Makinesi) tarafından adım adım çalıştırılır. Şekil 2.4’de java ve C++ kodunun geçirdiği aşamalar gösterilmiştir.



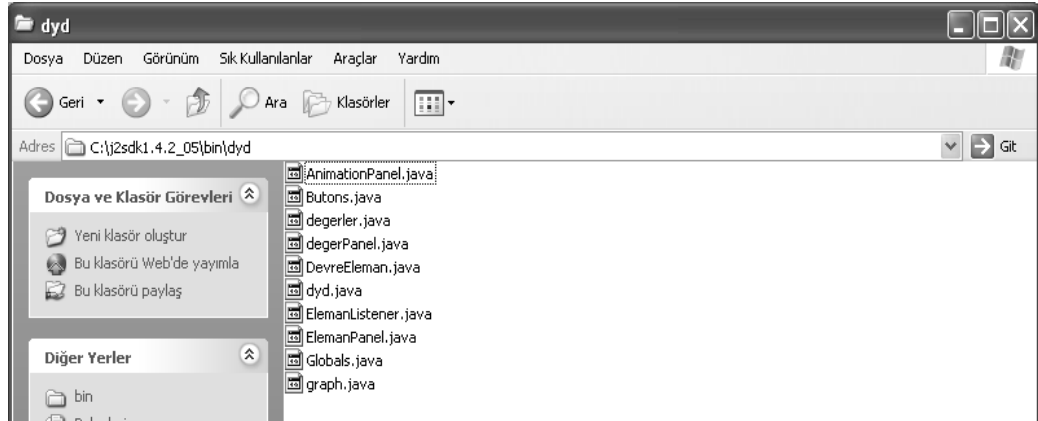
Şekil 2.4. Java ve C++ kodunun geçirdiği aşamalar

Burada Java ve C++ programının karşılaştırılmasının sebebi java dili geliştirilirken C programlama dili kullanıldığı içindir.

2.8.2. Java kodunun yazılması

Java nesneye yönelik bir dil olduğundan tüm yazılım, sınıflar ve nesneler üzerinden yürütülür. Sınıflar uygulamadaki nesnelerin tanımlandığı kod parçalarıdır. Java'da her bir sınıf bir dosya içerisinde yer alır. Dosyaların uzantıları “java” şeklindedir. Dosya adı ise içinde tanımlanan sınıf ile aynıdır. Örneğin “selamdunya.java” gibi.

Bu tez çalışmasında 14 tane ayrı çalışma sayfası yer almaktadır. Bu 14 tane ayrı dosya olduğunu gösterir. Bu dosyaların her birinin içinde 10 tane ayrı ayrı “java” uzantılı program parçacığı yer almaktadır. Örneğin denetimsiz yarım dalga doğrultma devresinin içinde şekil 2.5’de görüldüğü gibi 10 tane program parçası yer almaktadır.



Şekil 2.5. Denetimsiz yarım dalga doğrultma devresinin program parçacıkları

Bunların her biri farklı işlevlere sahiptir. Örneğin graph.java programı degerler.java programından gelen verileri ekrana çizdirir. Bütün bu programlar, programların başında tanımlanmış olan dosyanın içinde bulunmak zorundadır. Şekil 2.5’de verilen örnekte program parçalarının hepsi dyd isimli dosyanın içinde yer alır.

2.8.3. Derleme

Derleyici herhangi bir editör ile yazılan Java kaynak kodlarını (yani .java uzantılı sınıfların yer aldığı dosyaları) java sanal makinesinin çalıştırabileceği bir tür makine dili (assembler) olan Bytecode'a dönüştürür. Bu editör basit bir notepad ya da wordpad olabilir. Yapılan tez çalışmasında textpad adlı bir editör kullanılmıştır. Bu editörün kullanılmasının sebebi programı derlerken java ile uyumlu olduğu için kısa yollarla hemen derlenebilmektedir. Diğer editörlerle yazılan programları derlemek içinse dos ortamına geçilerek derleme yapılması gerekmektedir. Bu dönüştürülen bytekod ise (.class uzantılılar) dosyaları içerisinde saklar. Java kodunu derlemek için bir java derleyicisine ve Java kütüphanelerine ihtiyaç vardır. Şu anda iki derleyici yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir tanesi Sun firmasının SDK(Software development kit)’sı ile birlikte gelen javac diğeri ise IBM’in açık kodlu derleyicisi jikes tir. Tez uygulamasında javac metodu kullanılmıştır. Örnek olarak denetimsiz yarım dalga doğrultma devresi alındığı için bu örnekten devam ederek dyd

dosyasının içindeki java uzantılı programların tamamını dos ortamında Şekil 2.6'daki gibi derlenir.

```

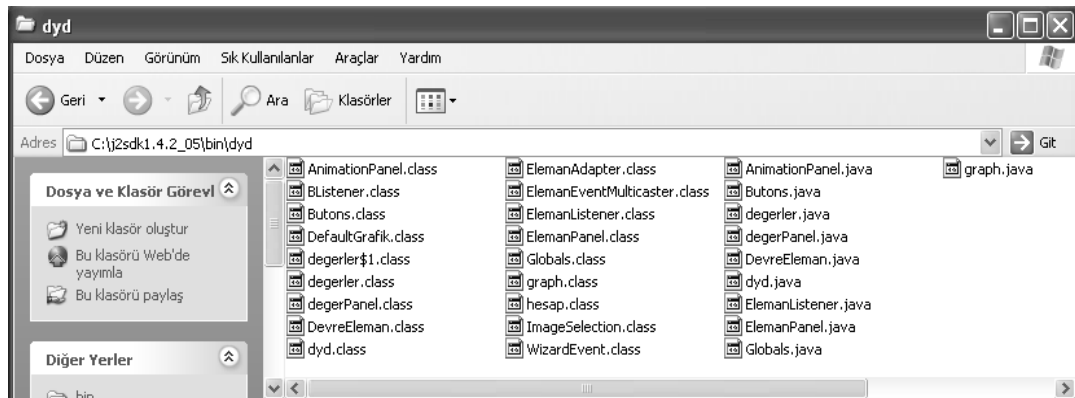
C:\> Komut İstemi
Microsoft Windows XP [Sürüm 5.1.2600]
(C) Telif Hakkı 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\osman>cd..
C:\Documents and Settings>cd..
C:\>cd j2sdk1.4.2_05
C:\j2sdk1.4.2_05>cd bin
C:\j2sdk1.4.2_05\bin>javac dyd\*.java
C:\j2sdk1.4.2_05\bin>javac dyd\*.java_

```

Şekil 2.6. dyd dosyasının içindeki .java uzantılı programların dos ortamında derlenmesi

Burada “*.java ” ifadesi dyd isimli dosyanın içindeki tüm java uzantılı dosyaların derlenmesini sağlar. İstenirse bunlar teker teker de derlenebilir fakat çok uzun zaman alır. Sonuçta şekil 2.7’de görülen durum ortaya çıkar.



Şekil 2.7. dyd isimli dosyanın içinde oluşan “class” uzantılı dosyalar

Şekil 2.7’de görüldüğü gibi derleme sonunda 18 tane bytecoda dönüşmüş “class” uzantılı dosya bulunmaktadır. Bu demektir ki programların içinde 18 tane sınıf tanımlanmıştır.

IBM çok hızlı derlemesi ile ünlü olsa da en son java yazılımlarını derlemek için javac 'a ihtiyaç duyulur. Ayrıca linux altında derleme yapmak için gnu lisansı ile geliştirilen açık kodlu Gnuj kullanılabilir. İşte javanın en büyük özelliği istenilen işletim sisteminde kullanılmasıdır. İstenilen işletim sisteminde kullanılabilmektedir.

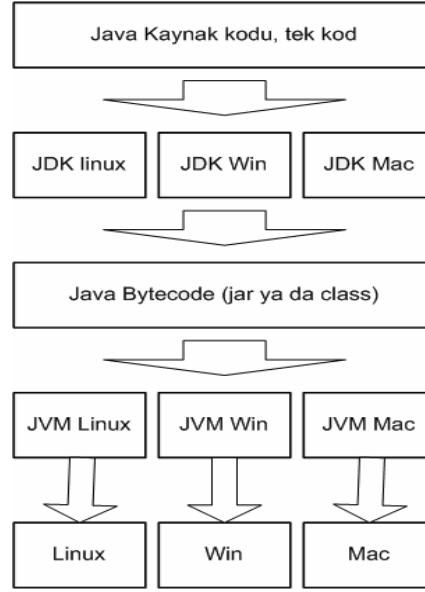
2.8.4. Java programının çalıştırılması ve java sanal makinesi

Sun firmasının mühendisleri tarafından geliştirmiş olan bir diğer teknoloji ise Sanal makine (Java Virtual Machine) teknolojisidir. Donanımdan bağımsız yazılım geliştirme ihtiyacına cevap verme amacıyla geliştirilen bir teknolojidir. Java'nın temel felsefesi olan "bir kere yaz, her yerde çalıştır" sanal makine sayesinde var olmuştur (5).

Sanal makinenin çalışma prensibi bir tür hayali mikroişlemci gibi düşünülebilir. Gerçek tüm mikroişlemciler (Intel Pentium, AMD Athlon, Sun Sparc vs) belirli bir komut kümesini işlemek üzere tasarlanmıştır. Bütün yazılımların çalışabilmesi için önce bu komut kümesine dönüştürülmesi gerekir, daha sonra işlemci bu komutları sıra ile gerçek işlemci komutlarına dönüştürüp işletir. Java Sanal makinesi de Bytekod komut kümesini tıpkı işlemci gibi adım adım işletir. Java'nın adım adım (interpreted) işlem yapan bir dil olarak adlandırılmasının nedeni budur. Bytekod ilkel işlemlerin yanında (ilkel işlemler, mikroişlemci seviyesi komutlardır, aritmetik işlemler, bit işlemleri, bellek ve yığın işlemleri gibi) sanal makinenin üzerinde çalıştığı işletim sistemine yönelik işlemleri de barındırır. Bu sayede Java sanal makinesi (Virtual Machine) yazıcı, seri port, grafik, dosya servisi, ağ bağlantısı gibi yazılım ve donanım servislerine erişim yapabilir.

Java'nın doğrudan bytekod çalıştırması performansının düşük olabileceği izlenimini verebilir. Ancak, JVM tasarımı geçen 10 yılda çok değişmiş ve geliştirilmiştir. Şu anda Java'nın performansı çoğu alanda C++'in performansına yakın bir seviyededir ve işlemci hızı ve bellek miktarının her geçen yıl katlanarak artması ile performans konusu çoğu uygulamada artık ikinci planda kalmıştır. Şekil 2.8 'de çeşitli platformlar için Java'nın çalışması basit blok şema olarak gösterilmiştir. C++

programında üç ayrı kod ya da kodda üç ayrı obje dosyası oluşturulması gerekmektedir ve çoğu uygulamada C++ projesi sadece tek platforma destek vermektedir. (win32 gibi) Java ile bu eksiklik giderilmiştir (5).



Şekil 2.8. Çeşitli platformlar için Java'nın çalışması

2.8.5. Çalışma sayfası (Applet) teknolojisi

Çalışma sayfası, uzaktaki sistem üzerinden indirilip internet tarayıcısı üzerinden çalıştırılabilen java uygulamalarına verilen addır. Java'nın programcılar tarafından tanınması çalışma sayfası özelliği sayesinde olmuştur. Çalışma sayfası sisteme herhangi bir zarar vermediği için bugün özellikle oyun sitelerinde halen yaygın olarak kullanılmaktadır. İçerisinde çalışma sayfası olan bir siteyi açmaya çalışıldığında tarayıcı otomatik olarak Java sanal makinesini çalıştırarak ekranın çalışma sayfasına ait bölümünde uygulamanın çalışmasını sağlar.

2.8.6. Java 2'de güvenlik

İTE interneti araç olarak kullandığı için güvenlik seviyesi de en üst derecede olmalıdır. Sistemin korunması kötü niyetli insanlar tarafından değiştirilmemesi için

İTE için hazırlanan programın alt yapısının ve güvenlik modelinin iyi olması gerekmektedir. İlk zamanlar javanın 1.0 sürümünde güvenlik olarak bazı açık noktalar bulunmakta idi. Fakat eklenen bazı özellikler sayesinde Java 2 sürümü güvenlik açısından çok iyi bir seviyeye getirildi.

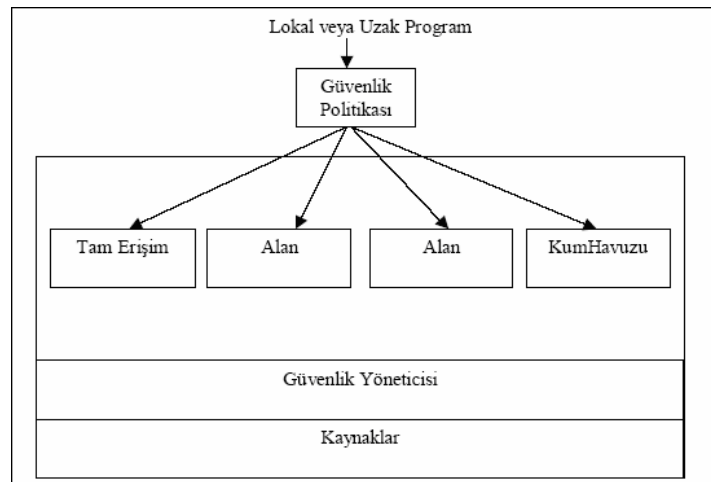
Java 2 platformu, yazılımcılara bütünleşmiş, esnek ve dağıtık kontrol sağlar. Bu kontrol ile yazılımcılar kuruluş, çalışma sayfası, öge, uygulama ve verilerini güvenli olarak oluşturabilirler.

Java 2 güvenlik modeli üç ana başlık altında toplanmıştır.

Politika aracı(policy tool); güvenlik politikalarını tanımlayan politika veritabanlarını oluşturmak ve değiştirmek için kullanılan araçtır.

Anahtar aracı (keytool); genel/özel anahtarları yönetmek ve imzalı dijital sertifikaları göstermek, içeri ve dışarı aktarmak için kullanılır.

jar imzalayıcı (jarsigner); Dağıtık yazılım ögelerinin dijital imzalarının doğrulanması için kullanılır (6).



Şekil 2.9. Java 2 platformunun güvenlik modeli

Şekil 2.9’da görüldüğü gibi java programlarını çalıştırırken derlendikten sonra ortaya çıkan bytekodlar (class uzantılı dosyalar) kullanılmaktadır. Bunun en büyük avantajı herhangi bir şekilde programlar çalınsa dahi sadece class uzantılı dosyalar kaybolur. Bu dosyalarda asıl kaynak kodlar yer almadığı için herhangi bir şekilde sistemin kaynak kodlarında bir değişiklik yapılamamaktadır.

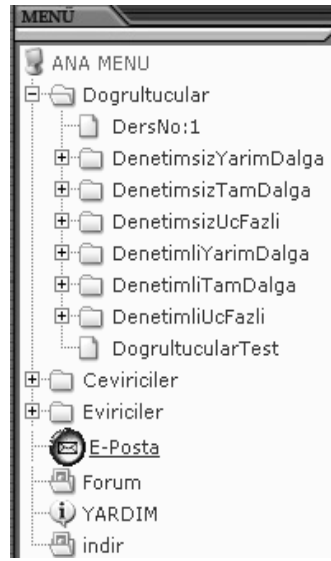
3. EĞİTİM SAYFALARININ YAPISI

Hazırlanan java uygulamasında, on dört adet temel güç elektroniği devresi bulunmaktadır. Her bir devre ayrı bir program sayfası şeklinde düzenlenmiştir. Bütün devreler için tasarlanan sayfa yapısı aynı şekildedir. Bu bölümde, örnek bir program sayfası üzerinde yapı hakkında bilgi verilecektir. Bu iş için denetimsiz tam dalga doğrultucu konusunun eğitim sayfası örnek seçilmiştir.

Bir eğitim sayfasında;

- 1- Teori sayfası
- 2- Deney sayfası
- 3- Benzetim sayfası

Olmak üzere üç farklı sayfa düzeneği mevcuttur. Kullanıcı sayfalar arasında sol taraftaki menüyü kullanarak geçiş yapabilir. Menüün görünüşü şekil 3.1’de görülmektedir. Her bir eğitim sayfasında ilk olarak ekrana konunun anlatıldığı teori sayfası gelir. Menü içerisinden ders sayfalarına, deney sayfalarına, benzetim sayfalarına geçiş yapabilir, yöneticiye mail atabilir, forum sayfasına girerek diğer kullanıcılarla iletişim kurabilir. Ayrıca benzetimlerin nasıl çalıştırılacağını öğrenmek için yardım sayfasına yine bu menüden erişebilir. Kullanıcı benzetimleri görmek için kullandığı bilgisayarda java programının kurulu olması gerekmektedir. Eğer java kurulu değil ise menüdeki indir kısmını tıklayarak buradan java programını bilgisayarına indirerek kurabilir.



Şekil 3.1. Eğitim sayfasında kullanılan menü

Menü kısmından kullanıcı “Ders No:1.2” yi tıkladığı zaman karşısına denetimsiz bir fazlı tam dalga doğrultucu devresinin teorik bilgi sayfası Şekil 3.2’de olduğu gibi ekrana gelir.

Güç Elektronik Eğitimi Sayfası

**GÜÇ ELEKTRONİĞİ
EĞİTİM SAYFASI**

Prof. Dr. Çetin ELMAS

Ars. Gör. Osman ÖZKARACA

MENU

- ANA MENU
- Dogrultucular
 - DersNo:1
 - DenetimsizYarimDalga
 - DenetimsizTamDalga
 - DenetimsizUcFazli
 - DenetimliYarimDalga
 - DenetimliTamDalga
 - DenetimliUcFazli
 - DogrultucularTest
- Cevirciler
- Evirciler
- E-Posta**
- Forum
- YARDIM
- indir

1.2 DENETİMSİZ BİR FAZLI TAM DALGA DOĞRULTUCULAR

Yaygın olarak kullanılan bir fazlı tam dalga doğrultucu Şekil 1.5 'te gösterilmektedir. Şebeke besleme kaynağı, sinusoidal bir gerilim kaynağı V_g ile buna seri bağlı pratikte ağırlıklı olarak endüktif olan bir iç kaynak empedansı ile modellenmiştir. Devre basit görünse de, devrede yer alan gerilim ve akım dalga şekillerinin tam olarak elde edilmesi oldukça zahmetlidir. Bu sebeple biz modellerimizi yaparken ideal devre şartları kullanıldığından kaynağın iç empedansı sıfır olarak kabul edilmiştir ($L_s=0$).

Şekil 1.5 $L_s=0$ olan ideal diyotlu denetimsiz tam dalga doğrultucu

Şekil 1.5 'teki devreye uygulanacak ilk yaklaşımda endüktans sıfır varsayılacak ve Şekil 1.6a 'da ve Şekil 1.6b'de ayrı ayrı gösterildiği gibi doğrultucunun d.a tarafına bir R direnci yada sürekli bir doğru akım kaynağı i_d koyacağız. Şekil

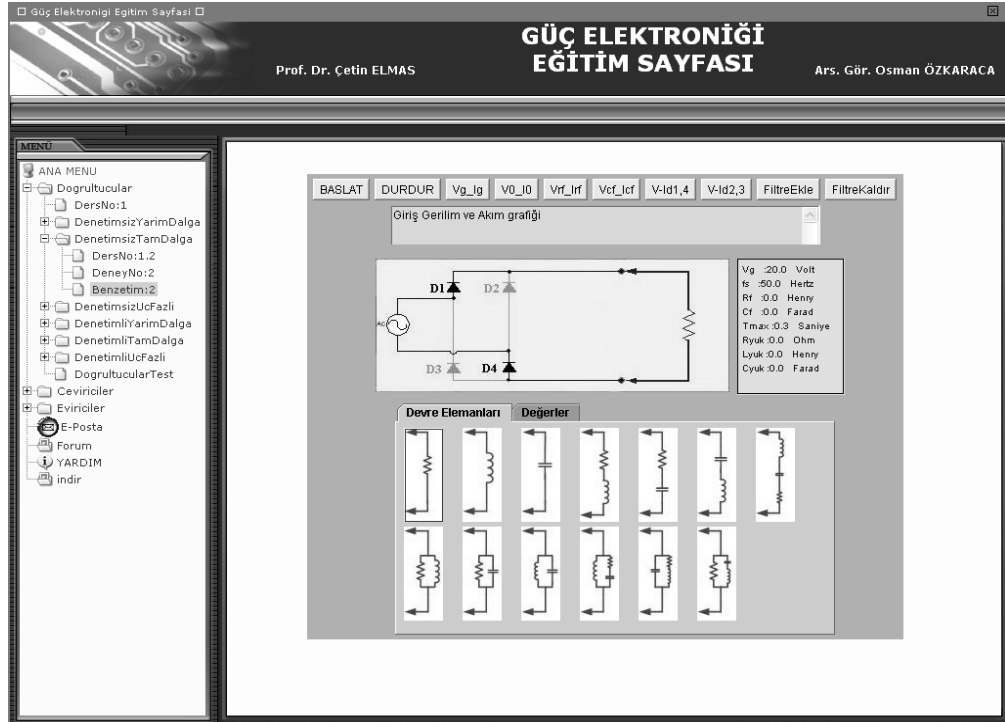
Şekil 3.2. Denetimsiz bir fazlı tam dalga doğrultucu devresinin eğitim sayfası

Görüldüğü gibi sayfalar arası değişiklik yaparken sayfa yapısı ve menü aynen kalmaktadır. Sadece orta alandaki çerçeve içinde sayfalar geçiş yapmaktadır. Sağ taraftaki kaydırma çubuğunu aşağı ve yukarı yaparak teorik ve deney kısmı takip edilir. Eğer menü içerisinde Deney No:2 yi tıklanacak olunursa ekrana Şekil 3.3'deki denetimsiz tam dalga deneyi çıkar.



Şekil 3.3. Denetimsiz tam dalga doğrultucu deneyinin eğitim sayfası

Kullanıcı isterse deney sayfasında başlığın altında kırmızı renkle yazılmış bağlantıyı tıklayarak pdf formatındaki deney sayfasını bilgisayarına indirebilir ve buradan çıktı alarak deneyi yazılı olarak takip edebilir. Deney kısmında kullanıcı ne tür işlemler yapacağını öğrendikten sonra benzetim sayfasını açar. Menü kısmından Benzetim:2 tıkladığında ekrana Şekil 3.4'deki çalışma sayfası gelir.



Şekil 3.4. Denetimsiz tam dalga doğrultucunun benzetim sayfası

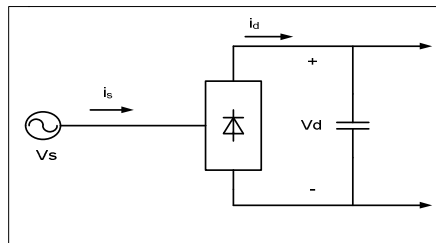
Java programlama dili adım adım çalışan bir dil olduğu için benzetimlerin çalışması esnasında işlemlerinde adım adım yapılması gerekmektedir. Benzetim sayfaları açıldığında deneylerde istenen işlemleri yaparken aşağıdaki sıra takip edilir.

- 1) Devrede istenen yük seçilir. Çalışma sayfası ilk olarak açıldığında yük olarak saf direnç devreye bağlıdır.
- 2) Eğer devreye filtre eklemek isteniyorsa filtre eklenir.
- 3) Değerler penceresi açılır ve elemanlara istenen değerler atanır.
- 4) Benzetimi başlatmak için BAŞLAT butonuna basılır. Devreden geçen akımın yönü takip edilir.
- 5) Benzetimi durdurmak için DURDUR butonuna basılır.
- 6) Devrede bulunan elemanların akım ve gerilim grafiklerini görmek için iki yol vardır. İlki butonlar yardımı ile grafikler takip edilir. İkincisi grafiğini görmek istediğiniz elemanın üstüne fare yardımı ile tek tıklanır.

3.1. Denetimsiz Doğrultucular

Denetimsiz doğrultucuların bu şekilde isimlendirilmesinin sebebi devrede diyot olmasından dolayıdır. Burada diyot aslında bir anahtar vazifesi görmektedir. Diyotların iletim ve kesim anları kontrol edilemediği için bu elemanlara denetimsiz devre elemanları denir. Bu yüzden diyot kullanılmış doğrultuculara da denetimsiz doğrultucular olarak adlandırılır.

“Çoğu güç elektroniği uygulamasında, elektrik şebekesinden sağlanan 50 ya da 60 Hz.’lik sinüsoidal alternatif gerilim önce doğru gerilime çevrilir. Giderek artan eğilim, Şekil 3.5’de görüldüğü gibi diyotlu ucuz doğrultucular kullanarak AA girişini denetimsiz bir şekilde da’ya çevirmektedir. Bu tür diyotlu doğrultucularda güç akışı sadece aa şebeke tarafından DA tarafına doğru olabilir. Güç elektroniği uygulamalarının çoğunda; ayarlı DA güç kaynakları, aa motor sürme sistemleri ve benzerlerinde bu tip denetimsiz doğrultucular kullanılmaktadır” (7).



Şekil 3.5. Bir doğrultucunun blok diyagramı

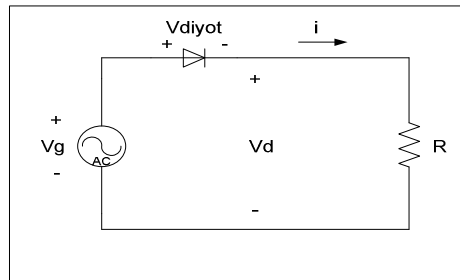
Şekil 3.5’de görülen kondansatör doğrultucu devrelerinde çıkışta elde ettiğimiz eğrinin salınımsız ve titreşimsiz olmasını sağlamak içindir. Tez çalışmasında 3 tane denetimsiz doğrultucu modellenmiştir. Bunlar;

- 1) Denetimsiz yarım dalga doğrultma devresi
- 2) Denetimsiz tam dalga doğrultma devresi
- 3) Denetimsiz üç fazlı doğrultma devresi

Hepsi hakkında açıklama yazmak çok uzun olacağı için ayrıca denetimsiz doğrultucuların modellenmesi yapılırken 3 tanesinin de birbirine benzemesi sebebi ile bir sonraki bölümler içinde sadece denetimsiz yarım dalga doğrultma devresi hakkında bilgi verilecektir.

3.1.1. Denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu

Şekil 3.6’da denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresi görülmektedir. Devrede V_g değerinde alternatif gerilim kaynağına seri olarak bağlanmış diyot ve direnç görülmektedir. Bu devrede doğrultma işlemini diyot yapmaktadır. Direnç ise yük olarak düşünülebilir. İstenirse direnç yerine değişik bir yük çeşidi de bağlanabilir. Bu devrede diyot üzerinden geçen akım, alternatif giriş geriliminin tepe değerine yakın bir değerde en büyük değerindedir. Diyot kaynağın pozitif değerlerinde üzerinden akım geçirirken negatif değerlerinde akımın geçmesine engel olur. Bu doğrultucuların en büyük dezavantajı, şebekeden oldukça bozulmuş (harmonikli) akım çekmeleridir. Fakat maliyetleri ucuz olmasından dolayı küçük ve basit uygulamalarda tercih edilebilirler.

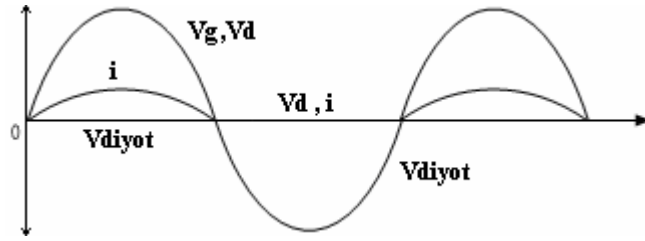


Şekil 3.6. Denetimsiz yarım dalga doğrultucu devre şekli

Denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresinin çalışma prensibi ve matematiksel modelinin çıkartılması:

Şekil 3.7’de görüldüğü gibi alternatif gerilimin pozitif bölgesi boyunca diyot üzerinden geçen akım kaynağın devreye verdiği akıma eşit ve i kadar bir değerdedir. Yani giriş gerilimi aynen yük üzerine uygulanmaktadır. ($V_g = V_d$, $i = V_d/R$). Kaynağın

negatif bölgesi boyunca ise diyot ters polarma olduğundan dolayı üzerinden herhangi bir akım geçmez($i=0$). Dolayısı ile giriş gerilimi diyot üzerindeki gerilime eşit olur ($V_{\text{diyot}}=V_g$). Bu esnada yükün üzerine düşen gerilim ise sıfıra eşit olur($V_d=0$). Şekil 3.7’de R direnç yüküne sahip böyle bir devrenin akım ve gerilim grafikleri gösterilmiştir (7).



Şekil 3.7. Saf direnç yüklü yarım dalga doğrultucu akım ve gerilim grafikleri

Programı yazma esnasında grafiklerin çıkartılması için formüller çıkartılırken bu şekilde düşünülmüştür. Modellemede önemli olan yük üzerine düşen gerilimi (V_d) düzenlemektir. V_d modellendikten sonra, bu gerilim çıkıştaki yük üzerine uygulanarak çıkışa ait akım ve gerilim değerleri hesaplanır.

Tez çalışmasında devrenin yukarıda açıklanan çalışma prensibine göre yük üzerine düşen gerilim aşağıdaki program satırları ile hesaplaması yapılmıştır. Burada $V_i[c]$ ifadesi giriş gerilimini, $V_i[c]$ yük üzerine düşen gerilimi ifade etmektedir. Yukarıda anlatıldığı gibi $V_i[c]$ değeri, sıfırdan büyük veya küçük olmasına göre yük gerilimi değişim göstermektedir. Bu bilgiler ışığında yük gerilimi aşağıdaki gibi elde edilir.

```
for (int c=1; c < c1; c++)
{
    Vi[c]=Globals.Vg*Math.sin(2*Math.PI*Globals.fs*t[c]);
    if (Vi[c]<=0){ Vii[c]=0;}
    else if(Vi[c]>0){ Vii[c]= Vi[c];}
}
```

Programın yukarıda yazılan bu bölümünde aynı şekilde diyot ve kaynağa ait akım ve gerilim değerleri elde edilebilir. Giriş geriliminin sıfırdan büyük olduğu durumda,

diyot iletimdedir ve üzerinden devre akımı geçer. Bu yüzden diyot gerilimi sıfırdır ve akımı devre akımına eşittir ($V_{\text{diyot}}=0$, $I_{\text{diyot}}=i$). Giriş geriliminin sıfırdan küçük ve eşit olduğu durumlarda ise diyot kesime gider. Bu yüzden diyot üzerinden akım geçmez ve üzerinde kaynak gerilimini tutar ($V_{\text{diyot}}=V_g$, $I_{\text{diyot}}=0$). Bu bilgiler, yukarıda yazılan program koduna aşağıdaki gibi eklenerek diyota ait formüller çıkartılır.

```
for (int c=1; c < c1; c++)
{
Vi[c]=Globals.Vg*Math.sin(2*Math.PI*Globals.fs*t[c]);
//diyot akım ve gerilimi
if(Globals.secim4 == 0)                //Filtre eklenmemişse
{
    if(Vi[c]>0)    { Vdiyot[c]=0;        Idiyot[c]=I0[c];}
    if(Vi[c]<=0)  { Vdiyot[c]=Vi[c];    Idiyot[c]=0;   }
}
if(Globals.secim4 == 1)                // Filtre ekli ise
{
    if(Vi[c]>0)    { Vdiyot[c]=0;        Idiyot[c]=Idiyot [c];}
    if(Vi[c]<=0)  { Vdiyot[c]=Vi[c];    Idiyot[c]=0;
}
}
```

Bu noktada artık yük üzerine düşen gerilim belirlenmiş durumdadır. Bu gerilimin, yük üzerine uygulanmasıyla çıkışa ait akım ve gerilim değerleri elde edilir ve grafikleri çizdirilir. Yük bölümünün modellenmesi de bu döngü içerisine yazılır. Direnç yüküne sahip bir devre için yük bölümünün de modellemeye dâhil edilmesiyle oluşan program kodu aşağıda gösterilmiştir.

```
for (int c=1; c < c1; c++)
{
Vi[c]=Globals.Vg*Math.sin(2*Math.PI*Globals.fs*t[c]);
//diyot akım ve gerilimi
```

```

if(Globals.secim4 == 0)                                //Filtre eklenmemişse
{
    if(Vi[c]>0)    { V_diyot[c]=0;          I_diyot[c]=I0[c];}
    if(Vi[c]<=0)  { V_diyot[c]=Vi[c];      I_diyot[c]=0;   }
}

if(Globals.secim4 == 1)                                // Filtre ekli ise
{
    if(Vi[c]>0)    { V_diyot[c]=0;          I_diyot[c]=I_diyot[c];}
    if(Vi[c]<=0)  { V_diyot[c]=Vi[c];      I_diyot[c]=0;
}

if (Globals.secim3 == 1)                                //Eğer yük R seçili ise
{
    if (Globals.secim4 == 1)                            //filtre varsa
    {
        Vcf[c]=((I_diyot[c-1]-I0[c-1])/Globals.Cf)*delta+Vcf[c-1];
        Icf[c]=Vcf[c]*Globals.Cf;
        Vrf[c]=Vi[c]-Vcf[c];
        I_diyot[c]=Vrf[c]/Globals.Rf;
        Irf[c]=Vrf[c]/Globals.Rf;
        I0[c]=Vcf[c]/Globals.R;
        V0[c]=Vcf[c];
        Ii[c]=I_diyot[c];
    }
}

if (Globals.secim4 == 0)//                                Filtre yok ise
{
    I0[c]=Vi[c]/Globals.R;
    V0[c]=Vi[c];
    Ii[c]=I0[c];
    I_diyot[c]=I0[c];
    Vrf[c]=0;
    Irf[c]=0;
    Vcf[c]=0;
}

```

```

    Icf[c]=0;
  }
}
}

```

Aşağıda doğrultucular konusuna örnek teşkil etmesi için denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresinin eğitim sayfası gösterilmektedir.

Denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresi ana sayfası:

Şekil 3.8’de denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresinin teori sayfası görülmektedir.

1.1 DENETİMSİZ BİR FAZLI YARIM DALGA DOĞRULTUCU

Alternatif gerilim ve akımlarının doğrultulması, diyotlar sayesinde gerçekleştirilir. Temel kavramları göstermek için aşağıdaki birkaç basit devreyi ele alalım. Şekil 1.2'deki devrede gerilim kaynağı sinüzoidal V_g olsun. Şekil 1.3'deki dalga şekilleri, yük gerilimi V_d nin ve i akımının her ikisinin de ortalama bir doğru bileşeni olduğunu gösterir. V_d deki ve i 'deki büyük salınım nedeniyle bu devre çok kullanışlı değildir.

Şekil 1.2 Denetimsiz yarım dalga doğrultucu devre şekli

Şekil 1.2 'deki devrede, girişten uygulanan alternatif gerilimin pozitif alternansı boyunca devreden i akımı geçer ve yük üzerine giriş gerilimi uygulanır ($V_d = V_g$, $i = V_d/R$). Giriş geriliminin negatif alternansı boyunca ise diyot, devreden akım gemesini engeller ve üzerinde giriş gerilimini tutar ($V_{diyot} = V_g$). Bu durumda yük üzerine düşen gerilim ise sıfırdır ($V_d = 0$). Şekil 1.3 'de R direnç yüküne sahip böyle bir devrenin akım ve gerilim grafikleri

Şekil 3.8. Denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresinin teori sayfası

Kullanıcı bu sayfadan denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresinin teorik bilgisini kazanır. Daha sonra deney sayfasını açar. Deney sayfası da aşağıda verilmiştir.

Denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresi benzetim programı deney sayfası

Denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresi benzetim programı deney sayfası Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Daha öncede ifade edildiği gibi deney sayfasını yazılı olarak ele almak için Şekil 3.10'da da gözüken başlığın altındaki bağlantıyı tıklayarak deneyi bilgisayara indirilebilir.



Şekil 3.10. Denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresi benzetim programı deney sayfası

Denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresi benzetim sayfası

Şekil 3.9'da, denetimsiz yarım dalga doğrultucunun benzetimi için hazırlanan programın web üzerindeki şekli gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Denetimsiz yarım dalga doğrultucu program ana sayfası

Sayfada doğrultucunun prensip şeması verilmiştir. Bu şekil üzerinden Başla butonuna basılınca devrenin durumuna göre akım yolu çizdirilmektedir. Devrenin görsel olarak benzetimi bu şekilde yapılmıştır.

Şekil 3.9'daki devrede giriş kaynağı AC olduğundan devre akımı şu şekilde olmaktadır. Pozitif alternans boyunca devre akımı, gerilim kaynağının (+) ucundan çıkarak diyot ve yük üzerinden akar ve kaynağın (-) ucunda son bulur. Negatif alternans boyunca ise devre akımı, gerilim kaynağının (-) ucundan çıkarak yük üzerinden diyota kadar gelir diyot kesimde olduğu için burada kalır. Bu durumda diyot kesikli çizgilerle gösterilmiştir. Bu akım yolunun devre üzerinde çizdirilmesinin amacı; kullanıcı, gerilimin (+) ve (-) alternansında devrenin nasıl çalıştığını öğretmek için hazırlanmıştır.

'Başlat' tuşuna basıldığında, program önce akım yolunu çizdirmektedir. Daha sonra matematiksel formülleri kullanarak gerekli hesaplamaları yapar. Bu hesaplamalar sonucunda devre üzerinde bulunan her elemana ait akım ve gerilim değerleri

bulunur. Aşağıda deney sayfasında yer alan bilgilere aynen yer verilmiştir. Deneyin maddeleri takip edilmiş ve benzetim programında elde edilen sonuçlar aşağıda yerleştirilmiştir.

Deney 1: Denetimsiz yarım dalga doğrultucu deneyi

Deneyin Amacı:

Farklı değişken ve yük değerlerinde denetimsiz yarım dalga doğrultucunun çıkış akım ve gerilimdeki değişimlerinin incelenerek diyotun iletim ve kesim durumlarının kavranması, iki durum arasındaki ilişkilerin anlaşılması.

Deneyin Yapılışı:

Program sayfası ilk açıldığında devre değişkenleri için gereken değerler verilir. Yük olarak da omik direnci seçilir. Siz istediğiniz değişken değerlerini ve yük çeşidini seçebilirsiniz. Deney için aşağıda verilen maddeleri sırasıyla uygulayınız.

Yardım:

Program sayfası açıldığı zaman istediğiniz değişken değerlerini ve yük çeşidini belirledikten sonra benzetimi başlatmak için "Başlat" butonuna basınız. Programın çalışması ile akım kırmızı çizgiyi takip ederek akacaktır. Kısa bir süre sonra devredeki bütün elemanların akım ve gerilim grafiklerini hesaplanmış olacaktır. Grafiğini görmek istediğiniz elemanın üzerine fareyi kullanarak tek tıklayınız. Bu yolla, bütün elemanların grafiklerini inceleyebilirsiniz yâda butonları kullanarak istediğiniz elemanın grafiklerini görebilirsiniz. Bu sayfada; grafikleri tek tek kaydedebilir daha sonra herhangi bir resim programını açarak(paint gibi) bilgisayarın hafızasında bulunan resmi boş bir sayfaya atarak grafiği kayıt edebilir daha sonra çıktısını alabilirsiniz. İsterseniz deneyin başındaki satıra tıklayarak deneyin pdf formatını indirebilir daha sonra çıktısını alarak elde ettiğiniz verileri bu sayfalara yazabilirsiniz. Deneyi yapmak için aşağıdaki maddeleri sırayla takip ediniz. Verilen tabloları doldurup, deneyle ilgili elde ettiğiniz sonuçları "sonuç" kısmına yazınız. Programda devre ile ilgili değişkenlerin değerlerini değiştirmek için iki bölüm düzenlenmiştir. Bunlardan ilki yüklerin seçildiği bölümdür. Biz ilk olarak yükü omik

direnç seçtik siz istediğiniz yükü fare ile yükün üzerine tıklayarak seçebilirsiniz. Diğer bölümde ise doğrultucu devresindeki elemanların değerlerinin girildiği bölümdür. Hangi değeri değiştirmek istiyorsanız üzerine gelerek istediğiniz değişikliği yapabilirsiniz.

1) Giriş gerilimi ve frekans değerlerini kullanarak programı çalıştırın. Bu işlemi farklı giriş gerilimi ve frekans değerleri için tekrarlayın. Her bir değer için bütün grafikleri inceleyiniz. Giriş geriliminin alternansına göre diyotun iletim ve kesim durumlarına dikkat ediniz. Uygulanan Giriş Gerilimine göre Çıkış Gerilimi hangi değerler arasında değişti buna dikkat ediniz.

Sonuç: Bu kısma elde ettiğiniz sonuçları yazınız ve grafikleri yapıştırınız.

2) Programı filtre ekleyerek deneyin. Filtreyi eklemek için “Filtre Ekle” butonuna basın. $V_g=20\text{ V}$, $f_1=50\text{ Hz}$, $R_f=2\ \Omega$, $C_f=0.005\text{ F}$ değerleri için programı çalıştırın. Devredeki her elemanın grafiklerini inceleyin. Çıkış grafiklerine dikkat edin. Uygulanan Giriş Gerilimine göre Çıkış Gerilimi hangi değerler arasında değişti? (Çıkış Geriliminin min. ve max. Değerleri) Devreye filtre eklendiğinde çıkış geriliminin min. değeri neden sıfıra inmedi? Aşağıdaki tabloya göre verilen Giriş Gerilimi değerleri için programı çalıştırın. Her bir değere karşılık gelen ortalama Çıkış Gerilimi değerini grafiklerden okuyun ve Çizelge 3.1’ deki tabloya yazın.

Çizelge 3.1. Deney 1’e ait giriş gerilimine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu

Giriş Gerilimi	Çıkış Gerilimi
$V_g=20\text{ V}$	$V_{o1}=$
$V_g=25\text{ V}$	$V_{o2}=$
$V_g=30\text{ V}$	$V_{o3}=$
$V_g=50\text{ V}$	$V_{o4}=$
$V_g=100\text{ V}$	$V_{o5}=$

Sonuç: Bu kısma elde ettiğiniz sonuçları yazınız ve grafikleri yapıştırınız.

3) Devrede filtre ekli durumda iken, $V_g=20$ V, $f_1=50$ Hz, $R_f=2$ Ω değerlerini sabit tutarak aşağıda verilen her bir Filtre Kondansatörü C_f değeri için programı çalıştırın. Değerleri Çizelge 3.2' deki tabloya yazın. Devredeki her elemanın grafiklerini inceleyin. Çıkış grafiklerine dikkat edin. Çıkış Gerilimi hangi değerler arasında değişti? (Çıkış Geriliminin min. ve max. Değerleri). Filtre Kondansatörü'nün değeri yükseldikçe Çıkış Gerilimi nasıl değişti? Doğru gerilime daha da yaklaştı mı? Çıkış Geriliminin ortalama değerinde değişiklik oldu mu? Sebebinin açıklayınız ve her bir C_f değeri için çizdirdiğiniz çıkış gerilimi grafiğini aşağıya yapıştırın.

Çizelge 3.2. Deney 1'e ait değişik filtre kondansatörlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu

Filtre Kondansatörü C_f	Çıkış Gerilimi
$C_f=0,0005$ F	$V_{o1}=$
$C_f=0,005$ F	$V_{o2}=$
$C_f=0,05$ F	$V_{o3}=$

Aşağıdaki boşluklara C_f değerleri için çizdirdiğiniz çıkış gerilimi grafiklerini yapıştırınız.

$C_f=0,0005$ F

$C_f=0,005$ F

$C_f=0,05$ F

Sonuç: Bu kısma elde ettiğiniz sonuçları yazınız.

4- Devrede filtre ekli durumda iken, $V_g=20$ V, $f_1=50$ Hz, $\alpha=30$ derece, $C_f=0,05$ Ω değerlerini sabit tutarak aşağıda verilen her bir Filtre Direnci R_f değeri için programı çalıştırın. Değerleri Çizelge 3.3' deki tabloya yazın. Devredeki her elemanın

grafiklerini inceleyin. Çıkış grafiklerine dikkat edin. Çıkış Gerilimi hangi değerler arasında değişti? (Çıkış Geriliminin min. ve max. değerleri). Filtre Direnci'nin değeri yükseldikçe Çıkış Gerilimi nasıl değişti? Doğru gerilime daha da yaklaştı mı? Çıkış Geriliminin ortalama değerinde değişiklik oldu mu? Sebebinin açıklayın ve her bir R_f değeri için çizdirdiğiniz çıkış gerilimi grafiğini aşağıya yapıştırın.

Çizelge 3.3. Deney 1'e ait değişik filtre direncine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu

Filtre Direnci R_f	Çıkış Gerilimi
$R_f=2 \Omega$	$V_{o1}=$
$R_f=10 \Omega$	$V_{o2}=$
$R_f=20 \Omega$	$V_{o3}=$

Aşağıdaki R_f değerleri için çizdirdiğiniz çıkış gerilimi grafiklerini yapıştırınız.

$R_f=2 \Omega$

$R_f=10 \Omega$

$R_f=20 \Omega$

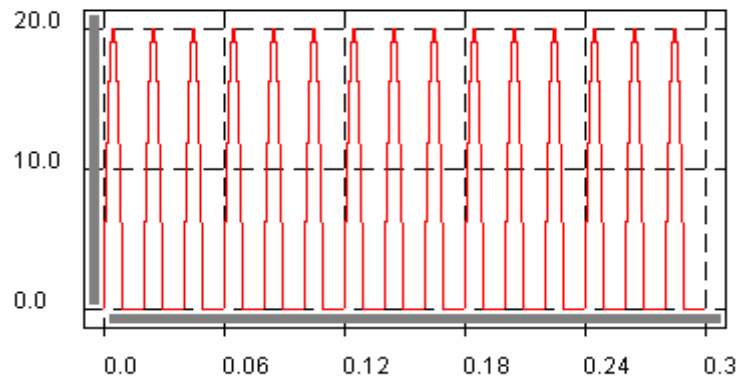
5- Programda, dirençten başka bütün yük olasılıkları, yük kısmında mevcuttur. Sırasıyla her yük durumu için programı çalıştırarak bütün grafikleri inceleyiniz.

Deneyin anlatıldığı web sayfasında; öğrenciye bir ön bilgi sağlaması ve deneyin hangi amaçla yapıldığının bildirilmesi için 'Deneyin Amacı' başlığı altında bir bölüm bulunmaktadır. 'Deneyin Yapılışı' başlığı altında ise; deneyde yapılacaklar maddeler halinde sıralanarak, öğretilecek konular bir düzen halinde sunulmuştur.

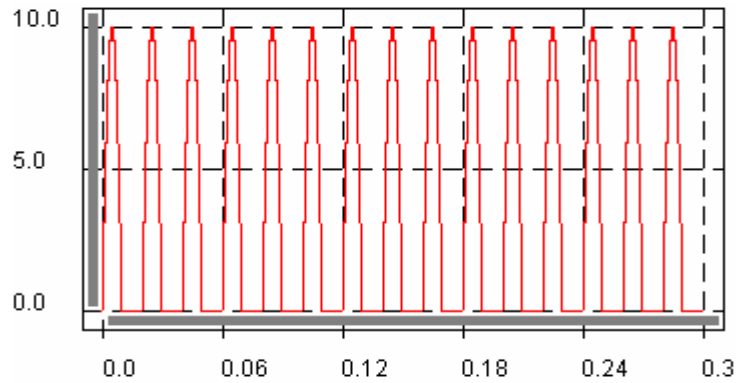
Öğrenci, deneyin birinci maddesini, verilen değerlere göre ($V_g=20 \text{ V}$, $f_1=50 \text{ Hz}$, $R=2 \Omega$) benzetimi çalıştırarak; çıkışında direnç yüküne sahip bir yarım dalga doğrultucu devresinin çıkışından elde edeceği ve elemanlar üzerinde görebileceği

grafikleri görür. Bu maddede çıkış grafiklerini inceleyen öğrenci, giriş geriliminin (+) bölgesi boyunca çıkış geriliminin giriş gerilimine eşit olduğunu ve diyot geriliminin sıfır olduğunu, giriş geriliminin (-) bölgesi boyunca ise çıkış geriliminin sıfır ve diyot geriliminin giriş gerilimine eşit olduğunu öğrenir.

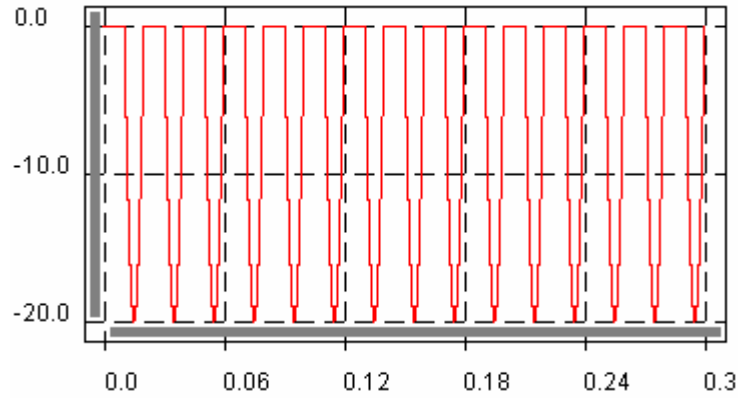
Deneyin 1. maddesi gerçekleştirildiğinde, programda çizdirilen çıkış ve diyot grafikleri Şekil 3.11, 3.12, 3.13 ve 3.14.'de gösterilmiştir.



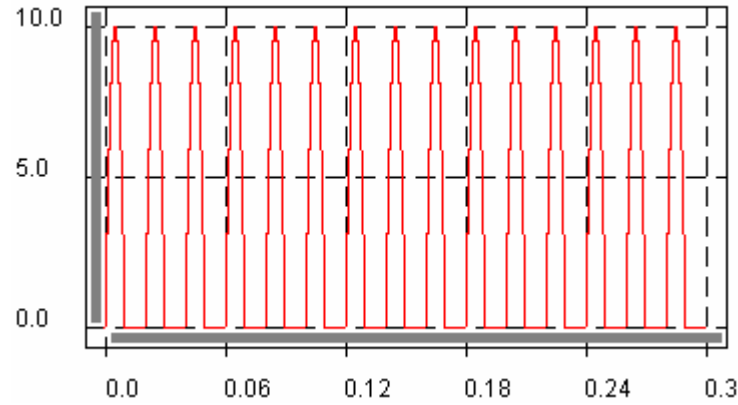
Şekil 3.11. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $R=2$ Ω değerlerine ait denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği



Şekil 3.12. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $R=2$ Ω değerlerine ait yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış akımı grafiği



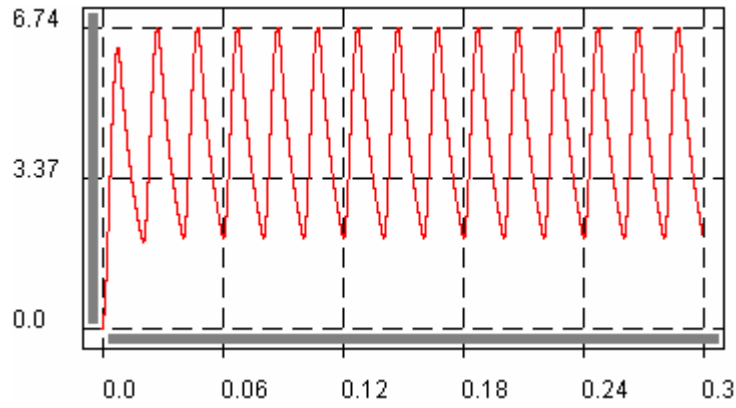
Şekil 3.13. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $R=2$ Ω değerlerine ait denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen diyot gerilimi grafiği



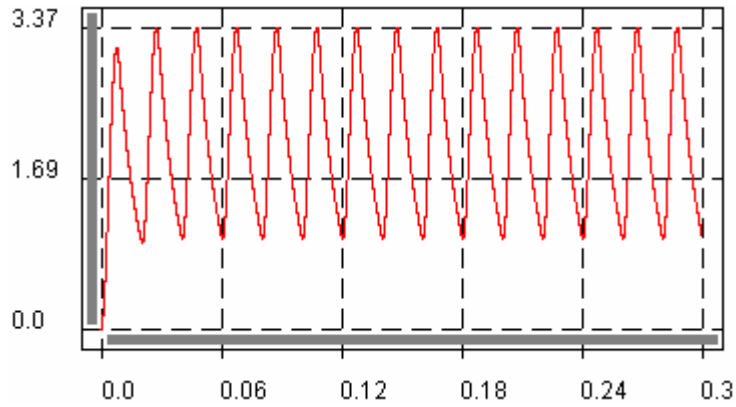
Şekil 3.14. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $R=2$ Ω değerlerine ait denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen diyot akımı grafiği

Denetimsiz yarım dalga doğrultucunun çıkışına eklenen bir kondansatör, devrede filtre görevi görür. Çıkışa eklenen bu filtre sayesinde, çıkış gerilimi kondansatörün depoladığı enerji sayesinde sıfır noktasına kadar düşmez ve çıkıştan doğru gerilime daha yakın bir gerilim şekli elde edilir.

Deneyin 2. maddesinde; devreye bir filtre eklenmiştir. Çıkışa filtre ekleme işlemi, ana sayfadaki buton panelinde bulunan ‘Filtre Ekle’ butonuyla gerçekleştirilir. Kullanıcı, filtreli devrenin benzetimini görerek ve grafiklerini inceleyerek çıkıştan elde edilen gerilimin, doğru gerilime daha çok yaklaştığını görür.



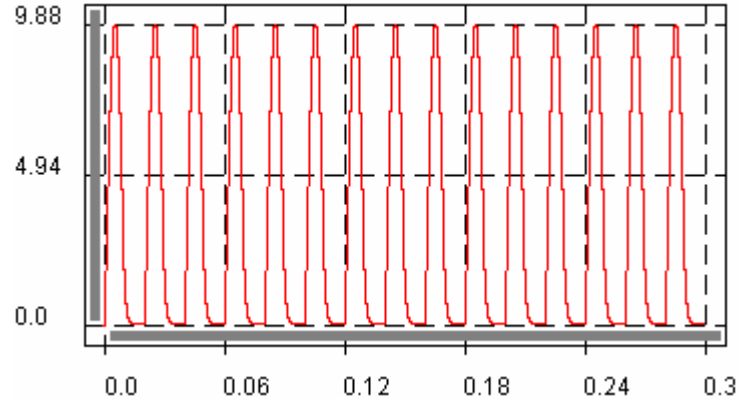
Şekil 3.15. $V_g=20$ V, $f_l=50$ Hz, $R_f=2$ Ω , $C_f=0,005$ F $R=2$ Ω değerlerine ait denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği



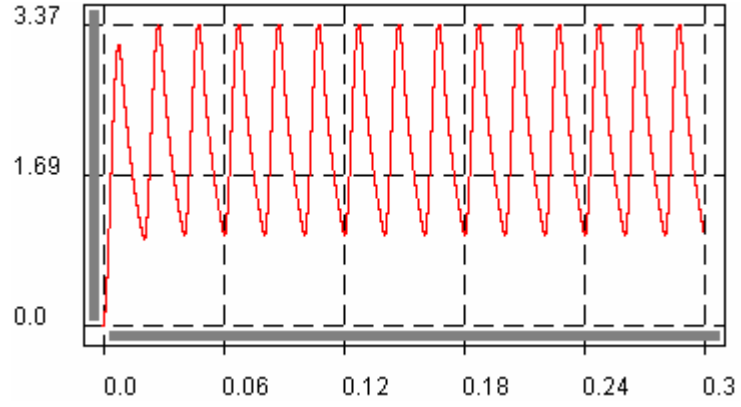
Şekil 3.16. $V_g=20$ V, $f_l=50$ Hz, $R_f=2$ Ω , $C_f=0,005$ F $R=2$ Ω değerlerine ait denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış akımı grafiği

Filtre kondansatörünün değerini büyüttükçe çıkıştan elde edilen gerilim daha da DC gerilime yaklaşacaktır. Öğrenciye bu durumu göstermek için deneyin 3. maddesinde üç farklı filtre kondansatörü değeri verilmiş ve bu değerler için çıkış grafiklerini incelemesi istenmiştir.

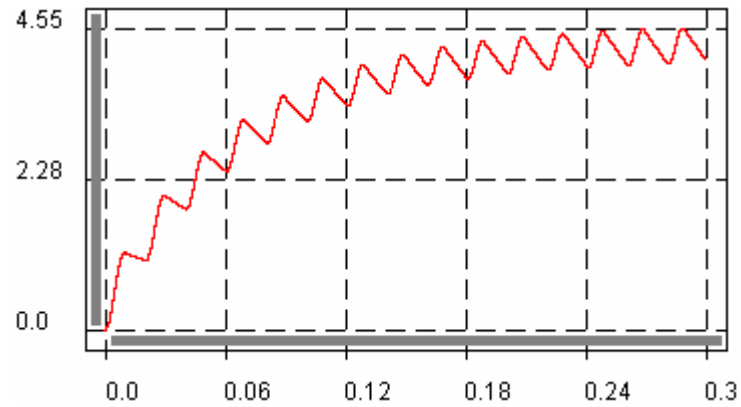
Aşağıda deneyin 3. maddesinde verilen üç farklı kondansatör değeri için programda çizdirilen çıkış gerilim grafikleri Şekil 3.17, Şekil 3.18 ve Şekil 3.19 'da gösterilmiştir.



Şekil 3.17. $C_f=0,0005$ F değeri için denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği



Şekil 3.18. $C_f=0,005$ F değeri için denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği



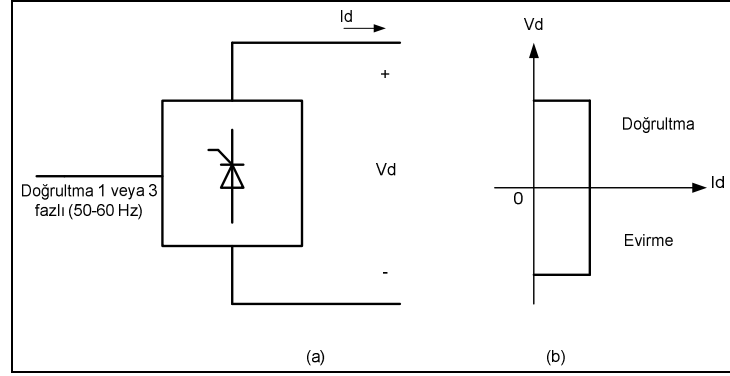
Şekil 3.19. $C_f=0,05$ F değeri için denetimsiz yarım dalga doğrultucu programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği

Grafiklerden de görüldüğü gibi; filtre kondansatörü (C_f)'nin değeri büyüdükçe çıkış gerilimi doğru gerilime daha yakın bir gerilim şekli elde edilmektedir.

3.2. Denetimli Doğrultucular

Akü şarj devreleri, DA ve AA motor sürme sistemleri gibi bazı uygulamalarda, DA geriliminin denetlenebilir olması gerekmektedir. Alternatif akımın denetimli olarak doğru akıma çevrilme işi, bölüm 3'te anlatılan denetimsiz bir fazlı yarım dalga doğrultma devrelerinde kullanılan diyotun yerine tristörlerin kullanılması ile gerçekleştirilir. Bu bölümde DA tarafındaki gerilimi denetleyen tristörlü doğrultucu devreleri için yapılan benzetim programları incelenecektir.

Denetimli bir doğrultucu devresinin prensip olarak hali Şekil 3.20 (a)'da blok diyagram biçiminde gösterilmiştir. Uygulanan alternatif şebeke gerilimleri için DA tarafındaki ortalama gerilim sürekli olarak pozitif azami değerden, negatif asgari değere doğru denetlenebilir. Doğrultucu diyotun akımı (I_d) yön değiştirmez. Bu nedenle bu tip doğrultucular Şekil 3.20 (b)'de gösterildiği gibi V_d - I_d düzleminde sadece iki bölgede çalışabilir. Burada, V_d ve I_d 'nin pozitif değerleri güç akışının AA'dan DA tarafına olan durum, doğrultmaya karşı düşer. Evirme modunda V_d negatif olurken I_d pozitif kalır ve güç akışı DA'dan AA tarafına doğrudur. Evirme modu, akümülatör gibi bir güç kaynağının DA tarafından bulunması durumunda söz konusu olur (7).



Şekil 3.20. Hat frekanslı denetimli doğrultucu blok diyagramı

3.2.1. Tristörün tetiklenmesi ve matematiksel modelinin çıkartılması

Tristörün tetikleme anının denetlenmesiyle denetimli doğrultucu devrelerinin ortalama akımı sıfırdan en üst değerine kadar sürekli olarak denetlenebilir. Benzetim programlarında tetikleme açısı; ‘Alfa’ olarak isimlendirilmiştir. Kullanıcı, değişken değerleri bölümünden tetikleme açısına 0° ile 180° arasında herhangi bir değer verebilir.

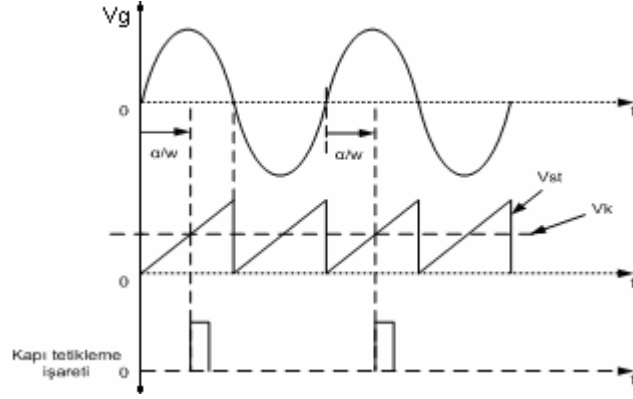
Tristörün tetiklemesi PWM modelli anahtarlama kullanılarak yapılmaktadır. Testere dişine benzer alternatif akım dalga şekli, V_k işareti ile karşılaştırılır. AA faz geriliminin pozitif sıfır geçişlerine göre belirlenen tetikleme açıları (Alfa) , V_k ve testere dişi fonksiyonunun tepe değeri (V_{st}) cinsinden aşağıdaki gibi belirlenir (7).

$$\alpha^\circ = 180^\circ \cdot \frac{V_k}{\hat{V}_{st}} \quad [3.1]$$

Programda testere dişi geriliminin tepe değeri 1 V olarak belirlenmiştir. Bu duruma göre V_{st} ile karşılaştırılacak olan denetim gerilimi V_k aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V_k = \frac{\alpha^\circ}{180^\circ} \quad [3.2]$$

Şekil 3.21’de tristörün tetikleme açısının nasıl belirlendiği gösterilmiştir.



Şekil 3.21. Kapı tetikleme denetimi

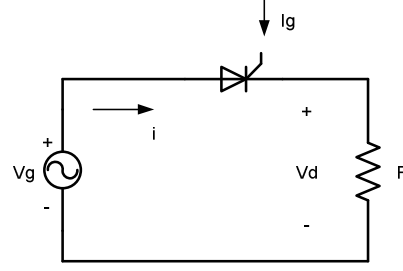
Şekil 3.21'e göre f_s frekansına sahip AA giriş gerilimine eşzamanlı hale getirilmiş testere dişi gerilimini oluşturan program kodu aşağıda verilmiştir.

```
Ts=1/ Globals.fs;
Vst[c]=(2*t[c])/Ts-Math.floor((2*t[c])/Ts);
Vk=Globals.Alfa/180;
```

Şekil 3.21'de görüldüğü gibi tristörün tetiklenme anı, V_{st} ile denetim gerilimi V_k 'nın birbirine eşit olduğu andır. Bu durumda V_{st} geriliminin V_k işaretinden küçük olduğu zaman aralıklarında tristör iletimde değildir. Denetimli doğrultucular modellenirken bu mantık ifadesi kullanılmıştır.

3.2.2. Denetimli bir fazlı yarım dalga doğrultucu

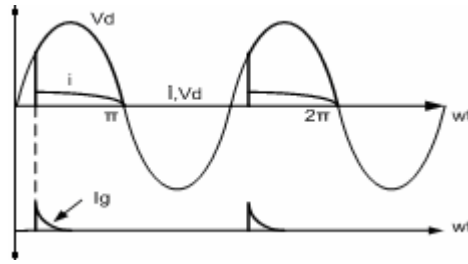
Şekil 3.22'de hat frekansın sahip bir alternatif gerilim kaynağı (V_g) tristör üzerinden yük direncine bağlanmıştır. Böyle bir devrede, verilen AA giriş gerilimi için tristörün iletime geçirildiği anların geciktirilmesiyle ortalama çıkış geriliminin genliği denetlenebilir.



Şekil 3.22. Denetimli bir fazlı yarım dalga doğrultucu

Denetimli bir fazlı yarım dalga doğrultucu devresinin çalışma prensibi ve matematiksel modelinin çıkartılması

Şekil 3.22'deki devrede, V_g 'nin pozitif yarı periyodunda tristöre kısa süreli pozitif bir kapı darbesi uygulandığı $\omega t = \alpha$ anına kadar akım sıfırdır. Tristörün iletme geçmesiyle birlikte, yük üzerine uygulanan gerilim, giriş gerilimine eşit olur ($V_d = V_g$). Pozitif yarı periyodun geri kalan bölümünde akım dalga şekli AA gerilim dalga şeklini izler ve $\omega t = \pi$ olduğunda sıfır olur. Daha sonra tristör V_g 'nin negatif yarı periyodu süresince akım akışını engeller ($V_d = 0$). Akım, yeni bir kısa süreli kapı darbesinin uygulandığı $\omega t = 2\pi + \alpha$ anına kadar sıfır değerinde kalır. İletime birlikte bir sonraki dalga şekline ilişkin periyot başlar. α ayarlanarak yük gerilimi V_d 'nin ortalama değeri denetlenir. Şekil 3.23'de, devreye ait akım ve gerilim dalga şekilleri gösterilmiştir (7).



Şekil 3.23. Denetimli bir fazlı yarım dalga doğrultucuya ait akım ve gerilim dalga şekilleri

Devrenin formülleri çıkartılırken bu prensipten yola çıkılmıştır. V_d 'nin elde edilmesinde aşağıdaki denklem [3.3]'te gösterilen mantıksal ifadeler kullanılır.

$$V_d = \begin{cases} V_g & V_g > 0 \text{ veya } V_k > V_{st} \\ 0 & V_g < 0 \text{ veya } V_k < V_{st} \end{cases} \quad [3.3]$$

Tez çalışmasında V_d 'nin elde edilmesi için yazılmış gerekli program kodu aşağıda gösterildiği gibidir. Bu program satırında

$V_{ii}[c] = V_g$ değerini ifade etmektedir.

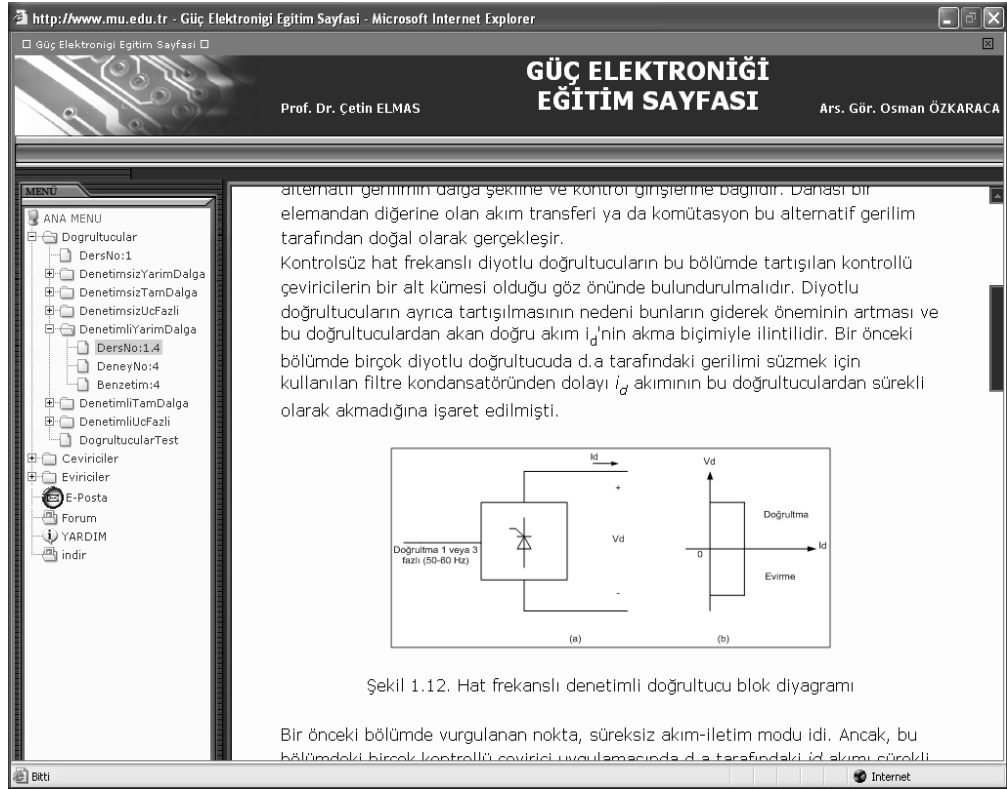
$V_{iii}[c] = V_d$ değerini ifade etmektedir.

```
Vii[c]=Globals.Vg*Math.sin(2*Math.PI*Globals.fs*t[c]);
Vst[c]=(2*t[c])/Ts-Math.floor((2*t[c])/Ts);
Vk=Globals. Alfa/180;
if(Vst[c]<=Vk) Viii[c]=0; //tristor kesimi
else Viii[c]= Vii[c]; //tristör iletimi
```

V_d gerilimi elde edildikten sonra, yük üzerine uygulanarak çıkışa ait akım ve gerilim değerleri elde edilir.

Denetimli yarım dalga doğrultucu devresi ana sayfası

Denetimli yarım dalga doğrultucuya ait ana sayfanın web üzerindeki görünüşü Şekil 3.24'de gösterilmiştir.



Şekil 3.24. Denetimli bir fazlı yarım dalga doğrultucu program ana sayfası

Kullanıcı bu sayfadan denetimli bir fazlı yarım dalga doğrultucularla ilgili teorik bilgiyi kazanır. Teorik bilgi üzerinde çalışırken anlaşılmayan veya eksik gördüğü taraflar hakkında soru sormak isterse e-posta yoluyla yönetici ile irtibat kurabilir ya da forum sayfasından diğer kullanıcılarla irtibat kurarak sorunlarını iletebilir.

Denetimli yarım dalga doğrultucu devresi deney sayfası

Denetimli yarım dalga doğrultucuya ait deney sayfasının web üzerinde görünüşü Şekil 3.25’de gösterilmiştir.



Şekil 3.25. Denetimli yarım dalga doğrultucuya ait deney sayfası

Aşağıda italik yazılı kısımlar halinde denetimli yarım dalga doğrultucuya ait deney sayfası gösterilmiştir. Devre değişkenlerinin farklı değerleri için çıkışında verebileceği tepkiler, benzetim sayfası ile öğrenciye grafikler yardımıyla kazandırılır.

Deney 2: Denetimli yarım dalga doğrultucu deneyi

Deneyin Amacı:

Farklı değişken değerlerinde kontrollü(denetimli) yarım dalga doğrultucunun çıkış akım ve gerilimindeki değişimlerinin incelenerek tristörün iletim ve kesim durumlarının kavranması, iki durum arasındaki ilişkilerin anlaşılması.

Deneyin Yapılışı:

Program sayfasını ilk açtığınızda devre değişkenleri için gereken değerleri biz verdik bazı değerleri de boş bıraktık ve olabilecek örnek değerlerini etiketine yazdık, yük

olarak da omik direnci seçtik. Siz istediğiniz değişken değerlerini ve yük çeşidini seçebilirsiniz. Deney için aşağıda verilen maddeleri sırasıyla uygulayınız.

Yardım:

Program sayfası açıldığı zaman istediğiniz değişken değerlerini ve yük çeşidini belirledikten sonra benzetimi başlatmak için "Başlat" butonuna basınız. Programın çalışması ile akım kırmızı çizgiyi takip ederek akacaktır. Kısa bir süre sonra devredeki bütün elemanların akım ve gerilim grafiklerini hesaplanmış olacaktır. Grafiğini görmek istediğiniz elemanın üzerine fareyi kullanarak tek tıklayınız. Bu yolla, bütün elemanların grafiklerini inceleyebilirsiniz yâda butonları kullanarak istediğiniz elemanın grafiklerini görebilirsiniz. Bu sayfada; grafikleri tek tek “kaydet” butonunu kullanarak kaydedebilir daha sonra herhangi bir resim programını açarak(paint gibi) bilgisayarın hafızasında bulunan resmi boş bir sayfaya atarak grafiği kayıt edebilirsiniz. Daha sonra çıktısını alabilirsiniz. İsterseniz deney sayfasında deney adının altında bulunan kırmızı renkteki bağlantıyı tıklayarak deneyin pdf formatını indirebilir daha sonra çıktısını alarak elde ettiğiniz verileri bu sayfalara yazabilirsiniz. Benzetim programında 4 tane pencere yer almaktadır bunlar;

- a) Devre Elemanları penceresi: Bu bölümden istediğiniz yük çeşidi fare yardımı ile üzerine tıklanarak seçilir.
- b) Değerler penceresi: Bu bölümde doğrultucu ile ilgili değişkenlerin bulunduğu kısımdır. Buradan istediğiniz değerleri girerek Başlat 'a basınız.
- c) Grafik penceresi1: Bu pencerede devrenin gerilim grafikleri çıkmaktadır.
- d) Grafik penceresi2: Bu pencerede devrenin akım grafikleri çıkmaktadır.

Deneyi yapmak için aşağıdaki maddeleri sırayla takip ediniz. Verilen tabloları doldurup, deneyle ilgili elde ettiğiniz sonuçları "sonuç" kısmına yazınız.

- 1) Devre değişkenlerini girerek programı çalıştırın. Bu işlemi farklı giriş gerilimi ve frekans değerleri için tekrarlayın. Her bir değer için bütün grafikleri inceleyiniz. Giriş geriliminin alternansına göre tristörün iletim ve kesim durumlarına dikkat

ediniz. Uygulanan Giriş Gerilimine göre Çıkış Gerilimi hangi değerler arasında değişti? (Çıkış Geriliminin min. ve max. değerleri).

Sonuç:

2) $V_g=20$ V, $f_1=50$ Hz, değerlerini sabit tutarak Tristörün tetikleme açısı α' yı 0 ile 180 derece arasında değiştirin ve her bir α değeri için programı çalıştırın. Çizdirilen bütün grafikleri inceleyin. α değeri büyüdükçe tristörün iletimde kalma süresi azaldı mı? Özellikle tristör tetikleme açısının 0, 90 ve 180 derece değerlerine dikkat edin. 0 derecede tristör hangi eleman gibi davrandı? 90 derecede giriş geriliminin ne kadarı kırıldı? 180 derecede çıkış gerilimi ne oldu? α 'nın 0, 90 ve 180 derece değerleri için aşağıda verilen yerlere çıkış gerilimi grafiklerini yapıştırın.

$\alpha = 0^\circ$

$\alpha = 90^\circ$

$\alpha = 180^\circ$

Sonuç:

3) “Filtre Ekle” butonuna basarak devreye filtreyi ekleyin. $V_g=20$ V, $f_1=50$ Hz, $R_f=2$ Ω , $C_f=0.005$ F değerleri için programı çalıştırın. Devredeki her elemanın grafiklerini inceleyin. Çıkış grafiklerine dikkat edin. Uygulanan Giriş Gerilimine göre Çıkış Gerilimi hangi değerler arasında değişti? (Çıkış Geriliminin min. ve max. değerleri). Devreye filtre eklendiğinde çıkış geriliminin min. değeri neden sıfıra inmedi? Bunlara dikkat ediniz. Aşağıdaki tabloya göre verilen α değerleri için programı çalıştırın. Her bir değere karşılık gelen ortalama Çıkış Gerilimi değerini grafiklerden okuyun ve Çizelge 3.4’ deki tabloya yazın.

Çizelge 3.4. Deney 2'e ait değişik tetikleme açılarına karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu

	Çıkış Gerilimi
0°	$V_{o1} =$
30°	$V_{o2} =$
60°	$V_{o3} =$
120°	$V_{o4} =$
180°	$V_{o5} =$

Sonuç:

4) Devrede filtre ekli durumda iken, $V_g = 20$ V, $f_1 = 50$ Hz, $\alpha = 30$ derece, $R_f = 2$ Ω değerlerini sabit tutarak aşağıda verilen her bir Filtre Kondansatörü C_f değeri için programı çalıştırın. Devredeki her elemanın grafiklerini inceleyin. Çıkış grafiklerine dikkat edin. Çizelge 3.5' deki tabloyu doldurun. Çıkış Gerilimi hangi değerler arasında değişti? (Çıkış Geriliminin min. ve max. değerleri). Filtre Kondansatörü'nün değeri yükseldikçe Çıkış Gerilimi nasıl değişti? Doğru gerilime daha da yaklaştı mı? Çıkış Geriliminin ortalama değerinde değişiklik oldu mu? Sebebini açıklayın ve her bir C_f değeri için çizdirdiğiniz çıkış gerilimi grafiğini aşağıya yapıştırın.

Çizelge 3.5. Deney 2'e ait değişik filtre kondansatörlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu

Filtre Kondansatörü	Çıkış Gerilimi
$C_f = 0,005$ F	$V_{o1} =$
$C_f = 0,05$ F	$V_{o2} =$
$C_f = 0,5$ F	$V_{o3} =$

Aşağıdaki C_f değerleri için çizdirdiğiniz çıkış gerilimi grafiklerini yapıştırınız. Bu işlem için grafikteki “kopyala” butonunu kullanınız. Daha sonra aşağıda belirtilen yerlere yapıştırınız.

$$C_f=0,0005 \text{ F}$$

$$C_f=0,005 \text{ F}$$

$$C_f=0,05 \text{ F}$$

Sonuç:

5) Devrede filtre ekli durumda iken, $V_g=20 \text{ V}$, $f_1=50 \text{ Hz}$, $\alpha =30$ derece, $C_f=0,05 \text{ }\Omega$ değerlerini sabit tutarak aşağıda verilen her bir Filtre Direnci R_f değeri için programı çalıştırın. Devredeki her elemanın grafiklerini inceleyin. Çıkış grafiklerine dikkat edin. Çizelge 3.6’ daki tabloyu doldurun. Çıkış Gerilimi hangi değerler arasında değişti? (Çıkış Geriliminin min. ve max. değerleri). Filtre Direnci’nin değeri yükseldikçe Çıkış Gerilimi nasıl değişti? Doğru gerilime daha da yaklaştı mı? Çıkış Geriliminin ortalama değerinde değişiklik oldu mu? Sebebini açıklayın ve her bir R_f değeri için çizdirdiğiniz çıkış gerilimi grafiğini aşağıya yapıştırın.

Çizelge 3.6. Deney 2’e ait değişik filtre dirençlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu

Filtre Direnci R_f	Çıkış Gerilimi
$R_f=2 \text{ }\Omega$	$V_{o1} =$
$R_f=10 \text{ }\Omega$	$V_{o2} =$
$R_f=20 \text{ }\Omega$	$V_{o3} =$

Aşağıdaki R_f değerleri için çizdirdiğiniz çıkış gerilimi grafiklerini yapıştırınız. Bu işlem için grafikteki “kopyala” butonunu kullanınız. Daha sonra aşağıda belirtilen yerlere yapıştırınız.

$R_f=2\ \Omega$

$R_f=10\ \Omega$

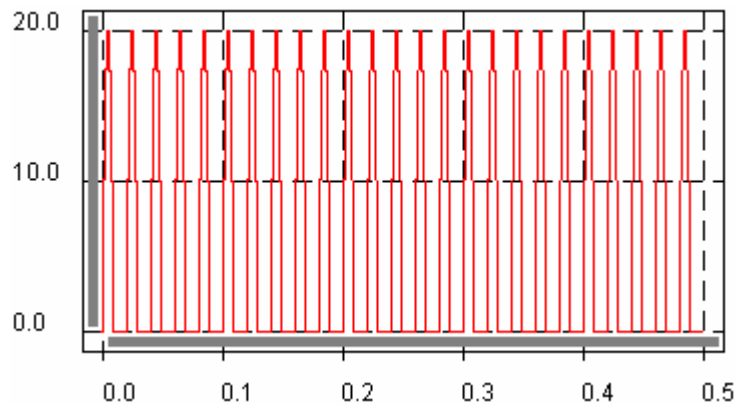
$R_f=20\ \Omega$

Sonuç:

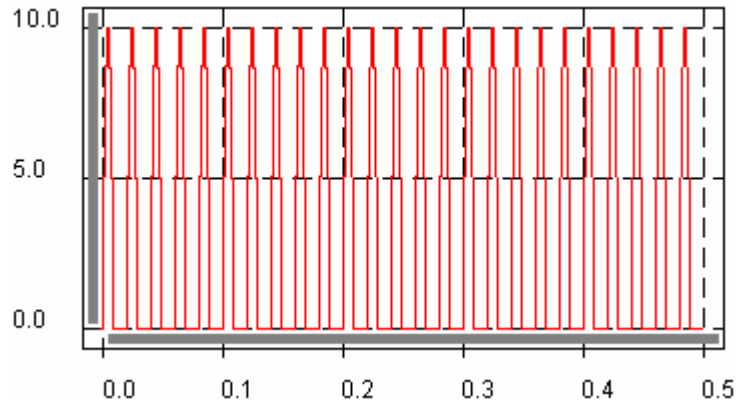
6) Programda, dirençten başka bütün yük olasılıkları, yük kısmında mevcuttur. Sırasıyla her yük durumu için programı çalıştırarak bütün grafikleri inceleyiniz.

Denetimli bir fazlı yarım dalga doğrultma devresinin 1.maddesinde; öngörülen değerler için ($V_g=20\text{ V}$, $f_1=50\text{ Hz}$, $\alpha=18^\circ$) program çalıştırılsın.

Kullanıcı bu maddede; tristörün V_g 'nin pozitif yarı periyodunda α açısı kadar sonra iletme geçtiği ve V_g 'nin negatif yarı periyodunda devre akımını iletmediğini görmektedir. Programda çizdirilen çıkışa ait grafikler Şekil 3.26 ve 3.27 'de gösterilmiştir.

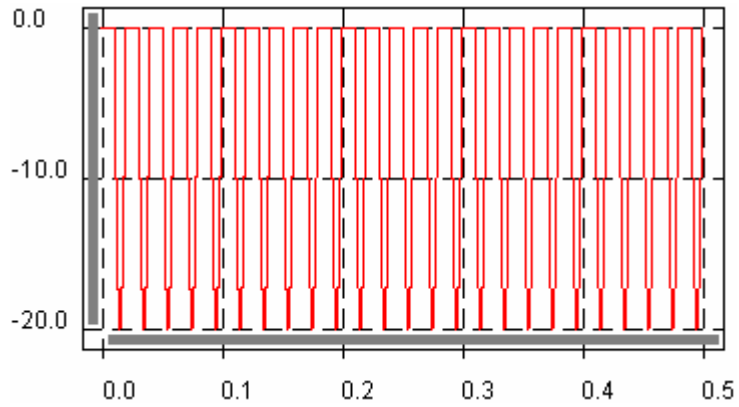


Şekil 3.26. $V_g=20\text{ V}$, $f=50\text{ Hz}$, $\alpha=18^\circ$ için denetimli yarım dalga doğrultucunun çıkış gerilimi grafiği

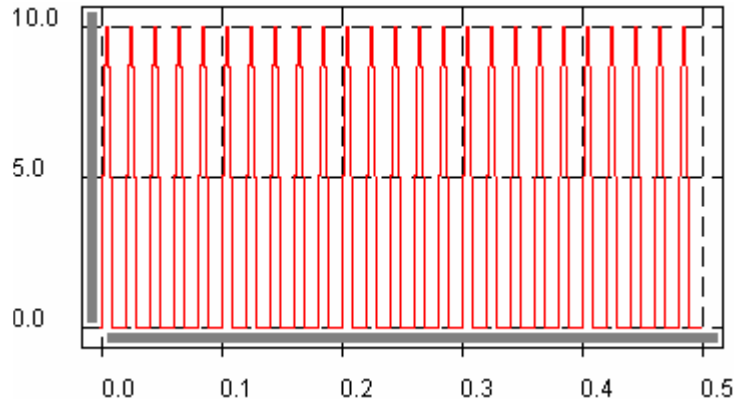


Şekil 3.27. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $\alpha=18^\circ$ için denetimli yarım dalga doğrultucunun çıkış akımı grafiği

Şekil 3.28 ve 3.29’da programda çizdirilen tristöre ait grafikler gösterilmiştir. Bu grafikler yardımıyla kullanıcı, tristörün kesimde olduğu süre zarfında üzerine negatif V_g geriliminin düştüğünü anlayacaktır.

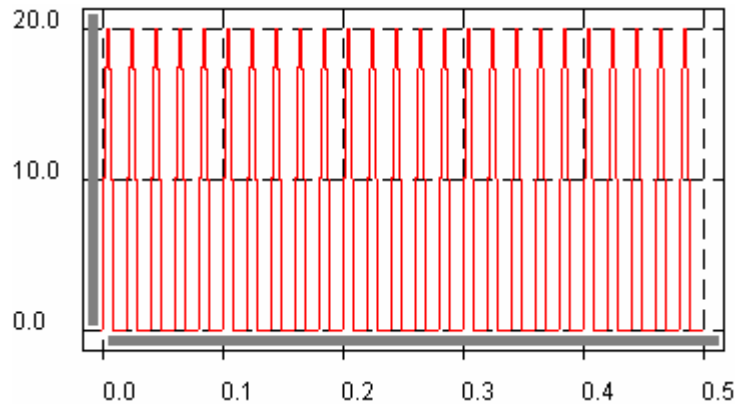


Şekil 3.28. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $\alpha=18^\circ$ için denetimli yarım dalga doğrultucunun tristör üzerindeki gerilimin grafiği

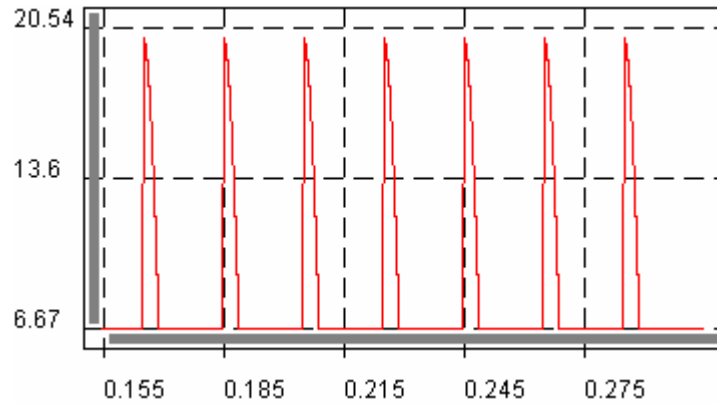


Şekil 3.29. $V_g=20$ V, $f=50$ Hz, $\alpha=18^\circ$ için denetimli yarım dalga doğrultucunun tristör üzerinden geçen akımın grafiği

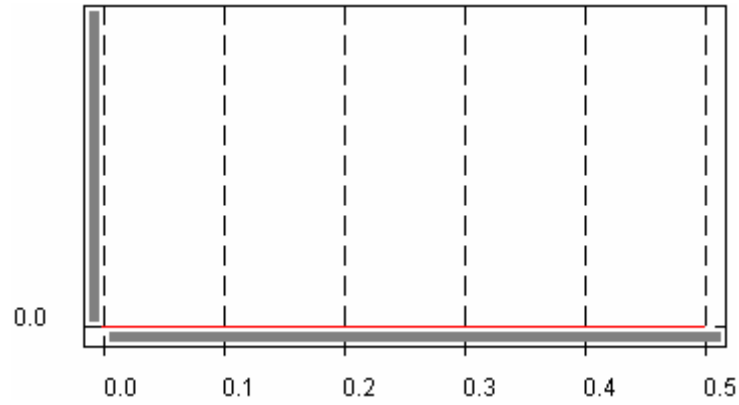
Deneyin 2. maddesinde; kullanıcı, tristörün tetikleme açısını değiştirerek her α değeri için programı çalıştırması ve çıkış gerilimi grafiklerini incelemesi istenmiştir. Deneyin bu maddesini gerçekleştiren kullanıcı, α açısının değeri doğrultusunda çıkış geriliminin ne kadarının kırıldığını görecektir. Şekil 3.30, 3.31 ve 3.32’de $\alpha = 0^\circ$, $\alpha = 90^\circ$ ve $\alpha = 180^\circ$ için programda çizdirilen çıkış gerilimi grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 3.30. $\alpha = 0^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği



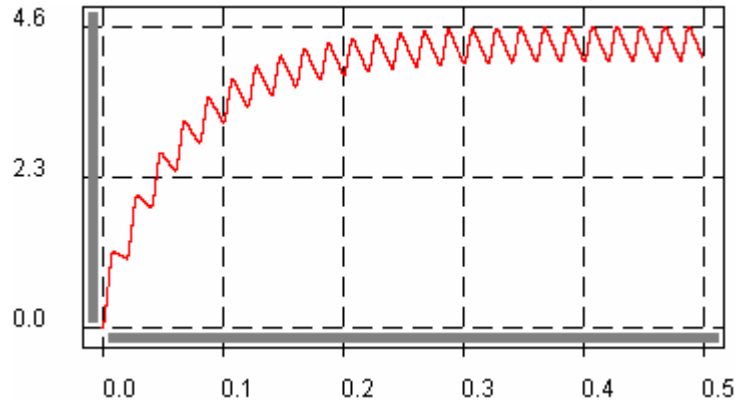
Şekil 3.31. $\alpha = 90^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği



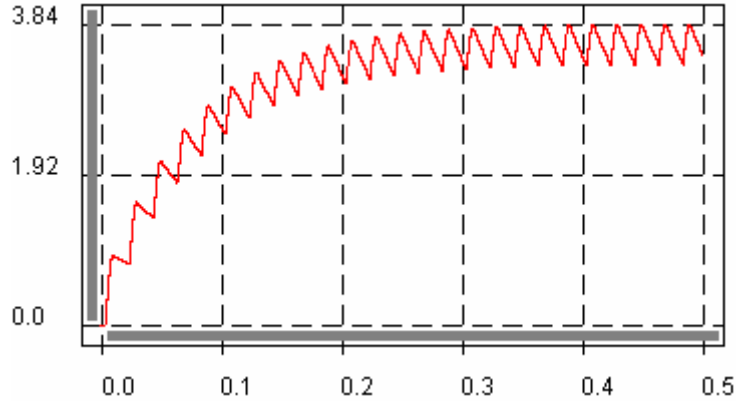
Şekil 3.32. $\alpha = 180^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği

Şekil 3.30’da görüldüğü gibi $\alpha = 0^\circ$ ‘de tristör diyot gibi davranarak, giriş geriliminin pozitif saykılı boyunca iletimde kalmıştır. Şekil 3.31’de ise $\alpha = 90^\circ$ iken giriş geriliminin pozitif yarı periyodunun yarısı kırılmaktadır. Şekil 3.32’de görüldüğü gibi $\alpha = 180^\circ$ ‘de giriş geriliminin pozitif yarı periyodunun hepsi kırıldığı için grafikte herhangi bir şey çizilmemiştir.

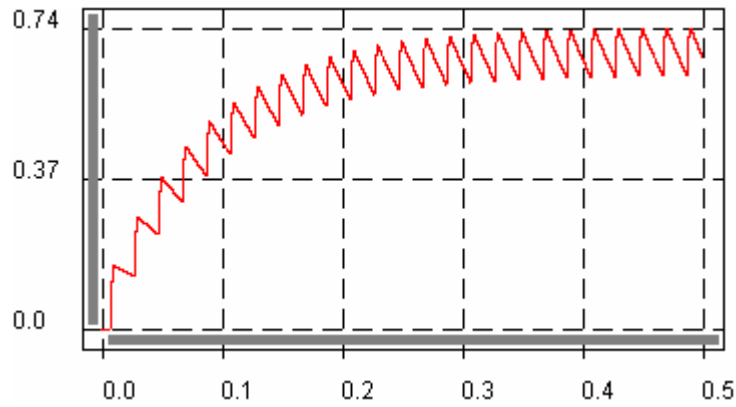
Deneyin 3. maddesinde; devrede filtre ekli durumdayken, öğrenciden verilen değerleri sabit tutarak ($V_g=20$ V, $f_l=50$ Hz, $R_f=2$ Ω , $C_f=0,05$ F) α ’nın farklı değerleri için programı çalıştırması ve çıkış gerilimi grafiklerini incelemesi istenmiştir. Burada öğrenciye, α değerinin çıkış geriliminin ortalama değerini nasıl değiştirdiği gösterilmek istenmiştir. Şekil 3.33, 3.34, 3.35’de $\alpha = 0^\circ$, $\alpha = 60^\circ$, $\alpha = 120^\circ$ için filtreli devreye ait programda çizdirilen çıkış gerilimi grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 3.33. $\alpha = 0^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği (filtre ekli devre)



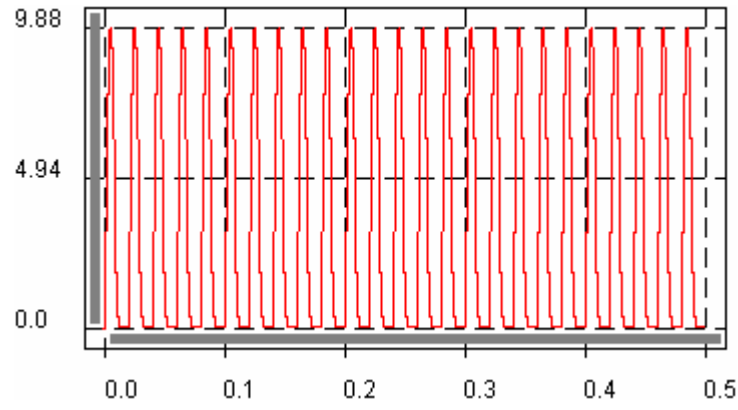
Şekil 3.34. $\alpha = 60^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği (filtre ekli devre)



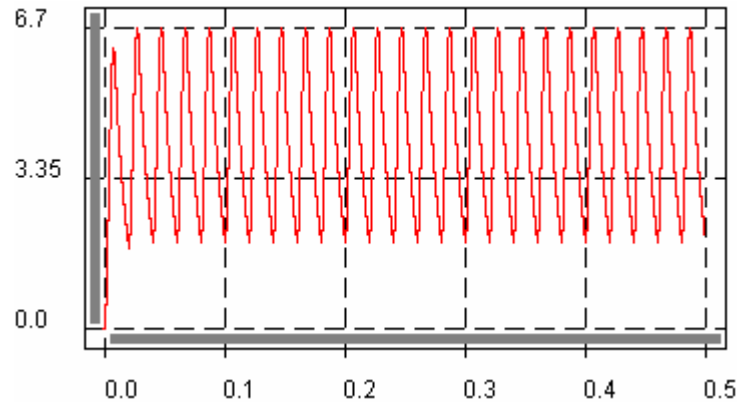
Şekil 3.35. $\alpha = 120^\circ$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği (filtre ekli devre)

Kullanıcı deneyin dördüncü maddesinde değişik filtre kondansatörü değerleri ile benzetim yaparak çıkıştaki gerilimin nasıl bir değişime uğradığını görür. Şekil 3.36,

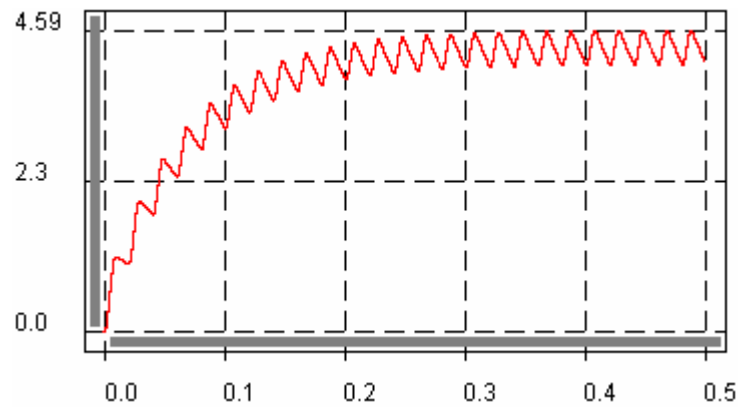
3.37 ve 3.38’de $C_f=0,005\text{ F}$, $C_f=0,05\text{ F}$ ve $C_f=0,5\text{ F}$ için programda çizdirilen çıkış gerilimi grafikleri gösterilmiştir. Kondansatör değerleri büyüdükçe çıkış geriliminin daha da doğru gerilime yaklaştığı şekillerden anlaşılmaktadır.



Şekil 3.36. $C_f=0,0005\text{F}$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği



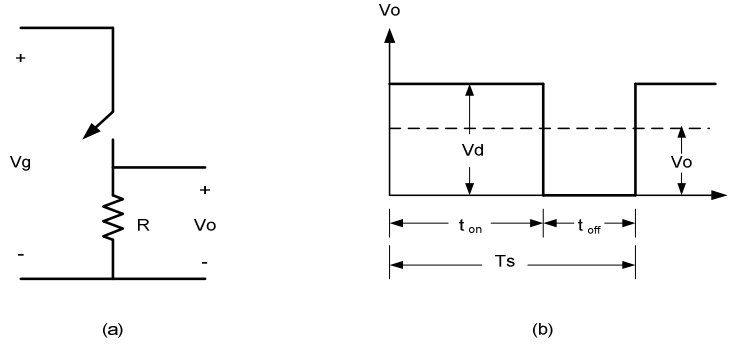
Şekil 3.37. $C_f=0,005\text{F}$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği



Şekil 3.38. $C_f=0,05\text{F}$ için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği

3.3. Çeviriciler

DA-DA çeviricilerin kullanılma amacı ayarsız olan doğru akım girişi, istenilen gerilim değerinde kontrollü doğru akıma çevirmektir. Çeviriciler sisteme bağlanırken girişlerinden, şebeke hattından doğrultularak elde edilen doğru akım geçmektedir. Bu sebeple şebekede meydana gelebilecek dalgalanmalardan (gerilimin artması veya azalması) girişten geçen akımın değişiklik göstermesine sebep olabilir. Bu yüzden DA-DA çeviriciler kullanılarak bu değer sabitlenir. Özellikle DA-DA güç kaynaklarında ve DA motor sürücü uygulamalarında uygulanan gerilimin sabit olması istenir bu yüzden bu tür sistemlerde mutlaka çevirici sistemler kullanılır. Şekil 3.39'da basit bir anahtarlama DA-DA çevirici devresi görülmektedir.



Şekil 3.39. Basit bir anahtarlama DA-DA çeviricisi

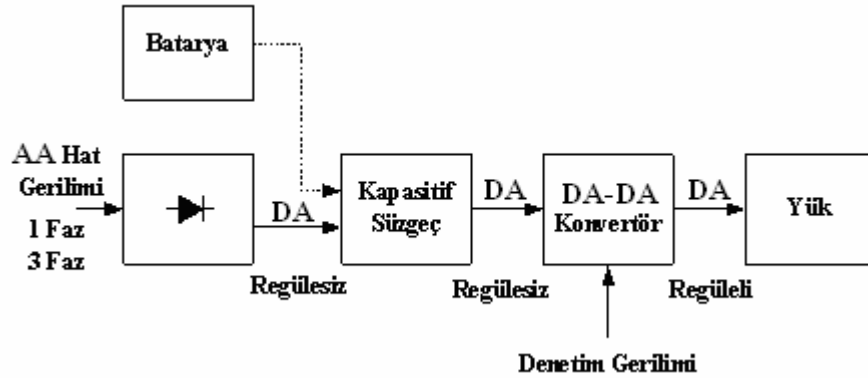
DA-DA çeviriciler kullanılırken çevirici ile birlikte DA-DA güç kaynaklarında bir yalıtım transformatörü, DA motor sürücü uygulamalarında ise yalıtım transformatörsüz olarak kullanılırlar (7).

DA-DA çeviricilerin başlıcaları aşağıda sıralanmıştır.

1. Alçaltıcı (Buck) Çeviriciler
2. Yükseltici (Boost) Çeviriciler
3. Alçaltıcı-Yükseltici (Buck-Boost) Çevirici
4. Cuk Çeviriciler
5. Tam Köprü Çeviriciler

Bu beş çeviriciden sadece alçaltıcı ve yükseltici çeviriciler ana çevirici topolojileridir. Alçaltıcı/yükseltici ve cuk çeviricileri bu ana topolojilerin birleşimleridir. Tam köprü çeviricileri de alçaltıcı çeviricilerden elde edilmiştir. Çevirici analizi yapılırken kararlı durumlar göz önüne alınmıştır. Ayrıca anahtarlar ideal olarak ele alınarak iletkenlerdeki ve kapasitif elemanlardaki kayıplar göz ardı edilmişlerdir. Çeviricilerin iç empedansları sıfır kabul edilmiştir.

İncelenen çevirici normal akımda analiz edilmiştir. Anahtarların ideal olduğu kabul edilerek, endüktif ve kapasitif elemanlardaki kayıplar ihmal edilmiştir. Kayıplar bu çeviricilerin bazılarının işletim kapasiteleri ile sınırlandırılabilir. Çeviriciler de giriş kaynaklarının, bir batarya kaynağı gibi sıfır iç empedansa sahip olduğu kabul edilir. Düşük iç empedans ve çıkış gerilimindeki dalgacığın küçük olması için, Şekil 3.40'da görüldüğü gibi, giriş genellikle AA hat gerilimini doğrultan bir diyot ve büyük kapasiteli bir kondansatörden oluşur.



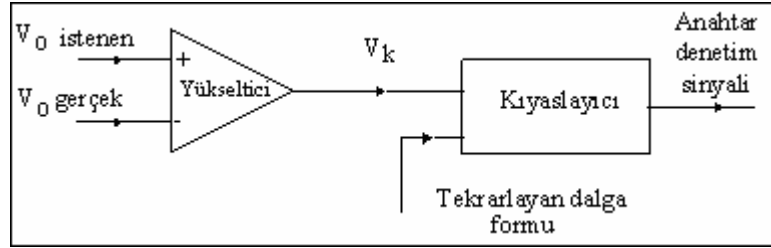
Şekil 3.40. DA-DA çevirici topolojisi

Çeviricilerin çıkış katındaki küçük filtre kondansatörü, DA-DA çeviricilerin tamamlayıcı parçası sayılır. Anahtarlama tip güç kaynaklarında çıkışın eşdeğer bir dirençle temsil edilen yükü beslediği kabul edilir. DA motor sürücülerinde ise, DA motor sargısı bobin ve seri direnç ile zıt elektro motor kuvveti e_a ile temsil edilebilir.

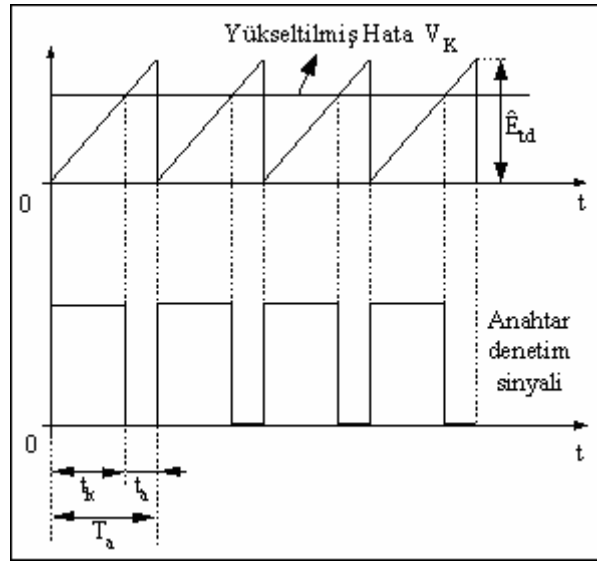
3.3.1. DA-DA çeviricilerin kontrolü

Bu çeviricilerdeki, ortalama DA çıkış gerilimi, giriş gerilimi ile çıkış yükünde oluşabilecek değişimler arasından, istenilen seviyeye uygun olarak kontrol edilmelidir. Anahtarlama tip DA-DA çeviriciler DA 'yı bir seviyeden diğerine dönüştürebilmek için bir veya daha çok anahtar kullanırlar. Verilen giriş gerilimi ile birlikte DA-DA çeviricilerdeki ortalama çıkış gerilimi, anahtarın kapalı olduğu süre t_k ve açık olduğu süre t_a 'nın düzenlenmesiyle kontrol edilir. Çıkış gerilimini kontrol etmek için yöntemlerden biri sabit frekansta anahtarlama ve ortalama çıkış geriliminin kontrolü için anahtarın kapalı süresinin düzenlenmesinde kullanır. Bu yöntemde anahtarlama zaman periyodu $T_a = t_k + t_a$ sabittir. Bu yöntem, Dalga Genişlik Modülasyonu-DGM (Puls Width Modulation-PWM) olarak adlandırılır.

DGM anahtarlama, sabit anahtarlama frekansındaki, anahtarın açık veya kapalı olma durumunu kontrol eden, anahtar kontrol sinyali Şekil 3.41 (a) ve (b)'de görüldüğü gibi tekrarlayan dalga formu ile sinyal seviye kontrol gerilimi V_k 'nin kıyaslanması ile elde edilir. Testere dişli olarak gösterilen tekrarlayan dalga formunun frekansı, anahtarlama frekansını saptar. Bu frekans birkaç kilo hertz ile birkaç yüz kilo hertz arasında olabilir ve seçilen frekans DGM'de sabit olarak muhafaza edilir. Hata sinyali yükseldiğinde kontrol sinyali, testere dişli dalga formundan daha büyük olur ve anahtarın iletme geçmesine neden olur. Ters durumda ise anahtar kesimdedir.



(a)



(b)

Şekil 3.41. PWM (a) Blok diyagramı (b) Kıyaslama gerilimi

Bu şekilde anahtarlamaı matematiksel olarak gösterecek olursak aşağıdaki denklem [3.4]' deki durum ortaya çıkar.

$$V_d = \begin{cases} 0 & V_k \leq V_{st} & \text{kesim} \\ V_g & V_k > V_{st} & \text{iletim} \end{cases} \quad [3.4]$$

V_d =Anahtar çıkışındaki gerilim

V_g =Girişten uygulanan gerilim (kaynak)

V_k =Denetim gerilimi

V_{st} =Testere dişi gerilimi

Buna göre yazılan benzetim programındaki komut satırları aşağıdaki gibidir.

```
double t_hesapla = t[c - 1] / Ts;
Vst[c] = t_hesapla - Math.floor(t_hesapla);
if (Globals.D >= Vst[c]){Vi[c] = Globals.Vg;}
else{Vi[c] = 0;}
```

Burada;

Globals.D : Denetim gerilimi

Vi[c] : Anahtar çıkışındaki gerilimi

İfade etmektedir.

DA-DA çeviriciler işlemin iki ayrı şekline sahip olabilir:

- Sürekli akım iletimi,
- Süreksiz akım iletimi.

Pratikte bir çevirici birbirinden farklı karakteristiklere sahip olarak her iki şekilde de çalışabilir. Bunun için çevirici ve kontrolü sistemin her iki şekline dayanarak tasarımı yapılır.

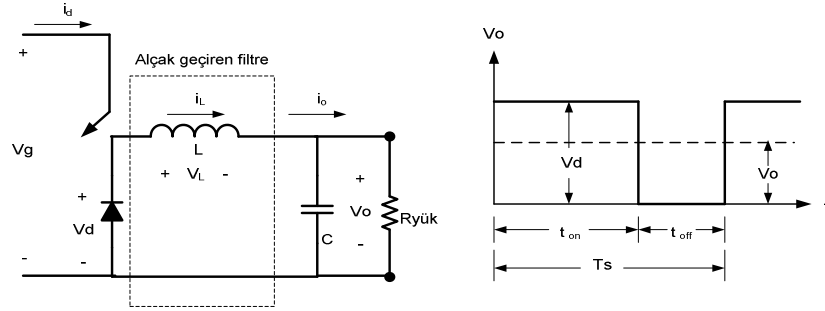
3.3.2. Alçaltıcı çevirici (Buck Converter)

Alçaltıcı çeviriciler, V_g doğru gerilim girişinden daha düşük seviyede bir ortalama çıkış gerilimi üretir.

Prensip olarak, Şekil 3.39 (a)'daki temel devrede, saf dirençten oluşan bir yük için alçaltıcı çevirici görülmektedir. Anahtar kayıpları sıfır kabul edildiğinde, anlık giriş gerilimi V_d sabit ve yük $R_{yük}$ saf direnç kabul edildiğinde, anlık çıkış geriliminin dalga şekli Şekil 3.40 'da anahtar durumunun fonksiyonu olarak gösterilmiştir. Ortalama çıkış gerilimi anahtar çalışma oranı cinsinden hesaplanır. Burada T_s anahtarın bir periyotluk zamanını t_{on} anahtarın iletimde kalma zamanını göstermektedir.

$$V_o = \frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} V_o(t).dt = \frac{1}{T_s} \left(\int_0^{t_{on}} V_d.dt + \int_{t_{on}}^{T_s} 0.dt \right) = \frac{t_{on}}{T_s} V_d = D.V_d \quad [3.5]$$

Denklem 3.5’de görüldüğü gibi anahtarın çalışma oranı t_{on}/T_s değiştirilerek V_o denetlenebilir.

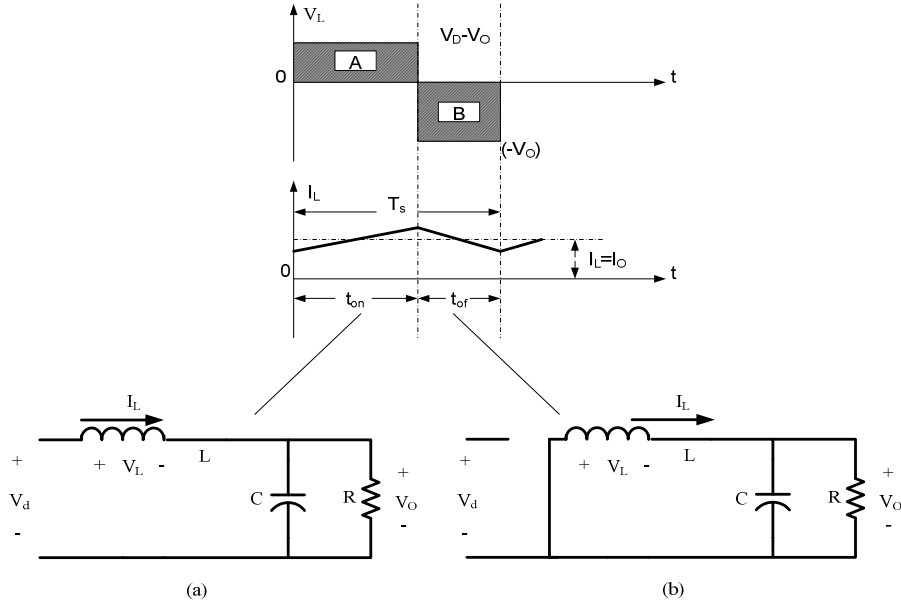


Şekil 3.40. Alçaltıcı DA-DA çevirici

Şekil 3.40’da görüldüğü gibi anahtarın çıkışına, alçak geçiren bir filtre koyulmuştur. Bunun sebebi çıkıştaki gerilim dalgalanmalarını yok etmektir (7).

Alçaltıcı çevirici devresinin çalışma prensibi ve matematiksel modelinin çıkartılması

Alçaltıcı çeviricide anahtarın iletimde kaldığı t_{on} süresi boyunca, anahtar endüktans akımını iletir ve diyot ters kutuplanır. Bu durumda bobin üzerinde $V_L = V_g - V_o$ kadar bir pozitif gerilimin oluşur. İkinci durumda ise anahtar kesime geçtiğinde bobin üzerinde depolanan enerjiden dolayı i_L akımı akmaya devam eder. Bu akım Şekil 3.41(b)’de görüldüğü gibi diyot üzerinden akmaya devam eder ve bobinin değeri $V_L = -V_o$ olur.



Şekil 3.41. Alçaltıcı çevirici devresinin evreleri; (a) anahtar iletimde, (b) anahtar kesimde

Sürekli çalışma durumunda dalga şekli bir periyottan diğerine tekrar etmek zorunda olduğundan, endüktans gerilimi V_L 'nin bir periyottaki integrali, sıfır olmak zorundadır. $T_s = t_{on} + t_{off}$ olduğundan;

$$\int_0^{T_s} V_L \cdot dt = \int_0^{t_{on}} V_L \cdot dt + \int_{t_{on}}^{T_s} V_L \cdot dt = 0 \quad [3.6]$$

Yukarıdaki denklem Şekil 3.41'deki A ve B alanlarının eşit olması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle;

$$(V_d - V_o) \cdot t_{on} = V_o \cdot (T_s - t_{on})$$

$$\frac{V_o}{V_d} = \frac{t_{on}}{T_s} = D \quad [3.7]$$

Denklem 3.7'den görülüyor ki, verilen giriş gerilimi için çıkış gerilimi anahtarın çalışma oranıyla doğrusal olarak değişmektedir. Herhangi bir devre parametresi ile ilgisi yoktur.

Devrenin yukarıda anlatılan bu çalışma prensibinden yola çıkarak çıkış geriliminin ortalama değeri aşağıdaki denklem [3.8] gibi elde edilebilir.

$$V_L = \begin{cases} V_g - V_0 & V_k > V_{st} \\ -V_0 & V_k \leq V_{st} \end{cases} \quad [3.8]$$

Bu denklemlerden yararlanarak benzetim programının komut satırları direnç yükünün seçili olduğu düşünülerek aşağıdaki gibi oluşur.

```
for (int c = 1; c < 10001; c++)
{
    double t_hesapla = t[c - 1] / Ts;
    Vst[c] = t_hesapla - Math.floor(t_hesapla);
    if (Globals.D >= Vst[c]){Vi[c] = Globals.Vg;}
    else{Vi[c] = 0;}
    IL[c] = IL[c - 1] + ((Vi[c] - VC[c - 1]) / Globals.L1) * (delta);
    VL[c] = Globals.L1 * IL[c];
    VC[c] = VC[c - 1] + (((IL[c] - I0[c - 1]) / Globals.C1) * delta);
    IC[c] = Globals.C1 * (VC[c]);
    V0[c] = VC[c];
    I0[c] = (VC[c] / Globals.R);
}
```

Alçaltıcı çevirici benzetim programı ana sayfası:

Alçaltıcı çeviricilerin teorik bilgisini vermek için hazırlanan web sayfası Şekil 3.42’de gösterilmiştir.

http://www.mu.edu.tr - Güç Elektroniği Eğitim Sayfası - Microsoft Internet Explorer

Güç Elektroniği Eğitim Sayfası

**GÜÇ ELEKTRONİĞİ
EĞİTİM SAYFASI**

Prof. Dr. Çetin ELMAS

Ars. Gör. Osman ÖZKARACA

MENÜ

- ANA MENU
- Dogrultucular
- Çeviriciler
 - DersNo:2
 - Alçaltıcı(Buck)Çevirici
 - DersNo:2.1**
 - DeneNo:7
 - Benzetim:7
 - Yükseltici(Boost)Çevirici
 - AlçaltıcıYükselticiÇevirici
 - ÇukÇevirici
 - TamKöprüÇevirici
 - ÇeviricilerTest
- Eviriciler
- E-Posta
- Forum
- YARDIM
- İndir

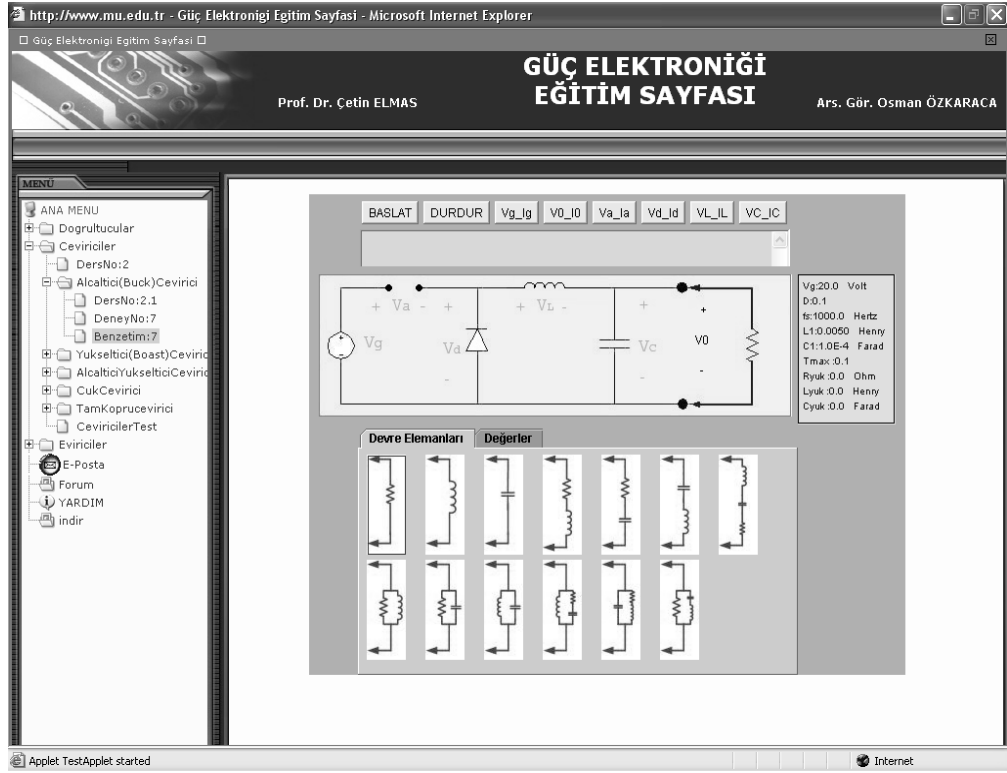
2.1 GERİLİM AZALTAN ÇEVİRİCİLER

Adından da anlaşılacağı gibi, temel azaltan çevirici de çıkış gerilimi V_o giriş gerilimi V_g 'den daha küçüktür. Azaltan çeviriciler genellikle regüleli DA güç kaynaklarında ve DA motor sürücülerinde kullanılır.

Saf omik yük ve ideal anahtarlar düzenlenmiş bir çevirici devresi Şekil 2.3 'de verilmiştir. Devredeki bobin ve kondansatör alçak geçiren filtre görevi yaparak, yükün durumuna bağlı olarak gerekli filtre işlemini sağlarlar. Böylece çıkış gerilimindeki dalgacık mümkün olduğunca azaltılmış olur. Devredeki bobinin değeri, çeviricinin çalışma işleminin iki tipinden hangisinde olacağını da belirler. Eğer bobinin değeri yeterince büyükse, devre çalışma akımı kesinlikle sıfır olmaz, akım pozitif bölgede dalgalanma yapar, işlemin bu tipine sürekli akım tipi denir. Eğer bobinin değeri yeterince büyük değilse her yarım saykılın bir kısmında bobin akımı sıfırdır ve işlemin bu tipine süreksiz bobin akımı tipi denir. İşlemin her iki tipi için ayrı ayrı analiz gerekir ve iki tip arasındaki sınır hesaplanabilir.

Şekil 3.42. Alçaltıcı çeviricinin teorik bilgi sayfası

Bu sayfadan kullanıcı alçaltıcı çeviricilerle ilgili teorik bilgiyi kazanmaktadır. Eğer konu hakkında anlamadığı veya takıldığı bir nokta olursa yöneticiye mail atarak veya forum sayfasına not bırakarak diğer kullanıcılara soru sorabilir. Aşağıdaki şekil 3.43'de alçaltıcı çeviricinin benzetim sayfası görülmektedir.



Şekil 3.43. Alçaltıcı çeviricinin benzetim sayfası

Şekil 3.43’de görüldüğü gibi BAŞLAT butonuna basılınca panel üstündeki devre şeklinin üzerinde kırmızı ile akım yolu çizilir. Bu benzetim yapılırken anahtarın durumuna göre iki farklı durumda benzetim yapılmıştır. Anahtar iletimdeyken; devre akımı kaynaktan çıkarak bobin ve kondansatör üzerinden geçer. Kesim durumunda ise akım, bobin ve kondansatörden çıkarak yük üzerinden geçer.

Böylece devrenin teori sayfasında anlatılan anahtarın iletim durumunda gerilim kaynağının bobin ve yüke enerji sağladığı, kesim durumunda ise bobin ve kondansatörün enerjisini yük üzerinden boşalttığı görsel olarak kullanıcıya anlatılmış olunur.

Değerler penceresinde; kaynak gerilimini, anahtarlama frekansını, darbeleme oranını, endüktans, kapasitans değerlerini, yük elemanlarının değerlerini gösteren etiketler mevcuttur. Öğrenci bu etiketlerden, istediği elemanın değerini değiştirerek farklı durumlar için devrenin vereceği tepkileri gözlemleyebilir.

Alçaltıcı çeviriciler için hazırlanmış benzetim programının deney sayfası:

Alçaltıcı çeviriciler için hazırlanmış deneyin web sayfasındaki durumu Şekil 3.44.'de görülmektedir.



Şekil 3.44. Alçaltıcı çeviricinin deney sayfası

Aşağıda italik yazı ile yazılı kısımda bu deney sayfasından alıntı yapılarak deney anlatılmıştır. Bu sayfada da her deney sayfasında olduğu gibi başlığın altındaki bağlantı tıklanarak deneyin pdf formatı bilgisayara aktarılabilir.

Deney 3:Alçaltıcı çevirici (buck converter) deneyi

Deneyin Amacı:

Bu deneyin amacı farklı değişken değerleri uygulandığında alçaltıcı çevirici devrelerinin çıkış akım ve gerilimlerinde göstermiş olduğu değişimler devredeki elemanların grafiklerinin nasıl oluştuğunun anlaşılmasıdır. Ayrıca sürekli ve süreksiz akım durumlarının kavranması, iki durum arasındaki ilişkilerin anlaşılmasıdır.

Deneyin Yapılışı:

Programı ilk açtığınızda devre değişkenleri için gereken değerlerin bazıları etiketlerde hazır bazılarında ise girilebilecek örnek değerler etiketlerde yazmaktadır. Yük olarak da omik direnci seçili durumdadır. Siz istediğiniz değişken değerlerini ve yük çeşidini seçebilirsiniz. Deney için aşağıda verilen maddeleri sırasıyla uygulayınız.

Yardım:

Program sayfası açıldığı zaman istediğiniz değişken değerlerini ve yük çeşidini belirledikten sonra benzetimi başlatmak için "Başlat" butonuna basınız. Programın çalışması ile akım kırmızı çizgiyi takip ederek akacaktır. Kısa bir süre sonra devredeki bütün elemanların akım ve gerilim grafiklerini hesaplanmış olacaktır. Grafiğini görmek istediğiniz elemanın üzerine fareyi kullanarak tek tıklayınız. Bu yolla, bütün elemanların grafiklerini inceleyebilirsiniz yâda butonları kullanarak istediğiniz elemanın grafiklerini görebilirsiniz. Bu sayfada grafiklerin çıktısını almak için grafikleri tek tek "kaydet" butonunu kullanarak kaydedebilir daha sonra herhangi bir resim programını açarak(paint gibi) bilgisayarın hafızasında bulunan resmi boş bir sayfaya atarak grafiği kayıt edebilirsiniz. Daha öncede ifade edildiği gibi istenirse deney sayfasında deney adının altında bulunan kırmızı renkteki bağlantıyı tıklayarak deneyin pdf formatını indirebilir daha sonra çıktısını alarak elde ettiğiniz verileri bu sayfalara da yazabilirsiniz. Benzetim programında 4 tane pencere yer almaktadır bunlar;

- a) Devre Elemanları penceresi: Bu bölümden istediğiniz yük çeşidi fare yardımı ile üzerine tek tıklanarak seçilir.
- b) Değerler penceresi: Bu bölümde çevirici ile ilgili değişkenlerin bulunduğu kısımdır. Buradan istediğiniz değerleri girerek başlat 'a basınız.
- c) Grafik penceresi1: Bu pencerede devrenin gerilim grafikleri çıkmaktadır.
- d) Grafik penceresi2: Bu pencerede devrenin akım grafikleri çıkmaktadır.

Deneyi yapmak için aşağıdaki maddeleri sırayla takip ediniz. Verilen tabloları doldurup, deneyle ilgili elde ettiğiniz sonuçları "sonuç" kısmına yazınız.

1) $V_g=20$ V, $f_s=1000$ Hz, $L_1=0,05$ H ve $C_1=0,0001$ F değerlerini sabit tutarak, Darbeleme Oranı (D) nın değerini 0,1-0,2-0,3....0,9 aralığında değiştiriniz. Her bir değer için bütün grafikleri inceleyiniz. Darbeleme Oranının her değeri için ortalama çıkış gerilimi değerini aşağıdaki Çizelge 3.7' de verilen tabloya yazınız. Darbeleme Oranı arttıkça çıkış gerilimi ne oldu? Giriş gerilimi ile çıkış gerilimi arasındaki bağıntıyı darbeleme oranına bağlı olarak yazınız.

Çizelge 3.7. Deney 3'e ait değişik darbeleme oranlarına karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu

Darbeleme Oranı	Giriş Gerilimi	Çıkış Gerilimi
$D_1=0,1$	$V_g=20$ V	$V_{o1}=$
$D_1=0,2$	$V_g=20$ V	$V_{o2}=$
$D_1=0,3$	$V_g=20$ V	$V_{o3}=$
$D_1=0,4$	$V_g=20$ V	$V_{o4}=$
$D_1=0,5$	$V_g=20$ V	$V_{o5}=$
$D_1=0,6$	$V_g=20$ V	$V_{o6}=$
$D_1=0,7$	$V_g=20$ V	$V_{o7}=$
$D_1=0,8$	$V_g=20$ V	$V_{o8}=$
$D_1=0,9$	$V_g=20$ V	$V_{o9}=$

Sonuç:

2) $D=0,5$ $f_s=1000$ Hz $L_1=0,05$ H $C_1= 0,0001$ F ve $R=2$ Ω değerlerini sabit tutarak, Giriş Gerilimi (V_g) değerini değiştiriniz. Bu işlemi aşağıdaki tabloda verilen bütün Giriş Gerilimi (V_g) değerleri için uygulayınız. Her bir değer için bütün grafikleri inceleyiniz. V_g 'nin her değeri için ortalama çıkış gerilimi değerini aşağıdaki Çizelge 3.8' de verilen tabloya yazın. Darbeleme Oranı sabitken, Giriş Geriliminin değişimi ile Çıkış Gerilimi nasıl değişti?

Çizelge 3.8. Deney 3'e ait değişik giriş gerilimi değerlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu

Darbeleme Oranı	Giriş Gerilimi	Çıkış Gerilimi
$D_1=0,5$	$V_g=20 \text{ V}$	$V_{o1}=\text{}$
$D_1=0,5$	$V_g=25 \text{ V}$	$V_{o2}=\text{}$
$D_1=0,5$	$V_g=30 \text{ V}$	$V_{o3}=\text{}$
$D_1=0,5$	$V_g=50 \text{ V}$	$V_{o4}=\text{}$
$D_1=0,5$	$V_g=100 \text{ V}$	$V_{o5}=\text{}$

Sonuç:

3) $V_g=20 \text{ V}$ $D=0,5$ $f_s=1000 \text{ Hz}$ $L_1=0,05 \text{ H}$ ve $C_1=0,0001 \text{ F}$ değerlerini sabit tutarak, sadece yük kısmındaki direnç değerini değiştiriniz. Bu işlemi; aşağıdaki Çizelge 3.9'da belirlenen bütün Yük Direnç değerleri için uygulayınız ve tabloyu doldurunuz. Her Yük Direnci değeri için bütün grafikleri inceleyiniz. Çıkış Gerilimi grafiğine dikkat ediniz. Yük Direnci değerinin değişimiyle Ortalama Çıkış Gerilimi değerinde değişiklik oldu mu? Çıkış Gerilimindeki dalgalanma, Yük Direnci değeri ile nasıl değişti?

Çizelge 3.9. Deney 3'e ait değişik yük direnci değerlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu

Giriş Gerilimi	Yük Direnci	Çıkış Gerilimi
$V_g=20 \text{ V}$	$R_1=0,5 \Omega$	$V_{o1}=\text{}$
$V_g=20 \text{ V}$	$R_1=1 \Omega$	$V_{o2}=\text{}$
$V_g=20 \text{ V}$	$R_1=2 \Omega$	$V_{o3}=\text{}$
$V_g=20 \text{ V}$	$R_1=5 \Omega$	$V_{o4}=\text{}$
$V_g=20 \text{ V}$	$R_1=10 \Omega$	$V_{o5}=\text{}$

Sonuç:

4) $V_g=20$ V $D=0,1$ $L_1=0,05$ H $C_1=0,0001$ F ve $R=2$ Ω değerlerini sabit tutarak, Anahtarlama frekansına $f_s=1000$ Hz ve $f_s=10000$ Hz değerlerini veriniz. Her Anahtarlama Frekansı değeri için bütün grafikleri inceleyiniz ve çıkış gerilimindeki dalgalılığa dikkat ediniz. Çıkış gerilimindeki dalgalanma azaldı mı? Konvertör kısmındaki Alçak Geçiren Filtrenin köşe frekansını hesaplayınız. Filtrenin köşe frekansı ile Anahtarlama Frekansı değerini karşılaştırınız. Anahtarlama Frekansı büyüdükçe Çıkış Gerilimindeki dalgalanma neden azaldı?

Çizelge 3.10. Deney 3'e ait değişik anahtarlama değerlerine karşılık gelen max-min çıkış gerilimi tablosu

Giriş Gerilimi	Anahtarlama Frekansı	Çıkış Gerilimi Min. Değeri	Çıkış Gerilimi Max. Değeri
$V_g=20$ V	$f_{s1}=5000$ Hz	$V_{o1min} =$	$V_{o1max} =$
$V_g=20$ V	$f_{s2}=10000$ Hz	$V_{o2min} =$	$V_{o2max} =$
$V_g=20$ V	$f_{s3}=100000$ Hz	$V_{o3min} =$	$V_{o3max} =$

Sonuç:

5) $V_g=20$ V $D=0,1$ $f_s=1000$ Hz $C_1=0,0001$ F ve $R=2$ Ω değerlerini sabit tutarak Konvertör kısmındaki Endüktans değerini sırasıyla; $L_1=0,005$ H $L_1=0,00085$ H $L_1=0,0005$ H yapınız. Her Endüktans değeri için bütün grafikleri inceleyiniz. Bobin grafiklerine dikkat ediniz. Endüktansın hangi değeri için, bobin akımının sürekli olduğunu, hangi değeri için bobin akımının süreksizlik sınırında olduğunu ve hangi değeri için süreksiz olduğunu belirtiniz. Endüktans değeri küçüldükçe bobin akımı ne oldu? Aşağıdaki her endüktans değerinin altına o değer için programda çizdirdiğiniz bobin akımı grafiklerini yapıştırınız.

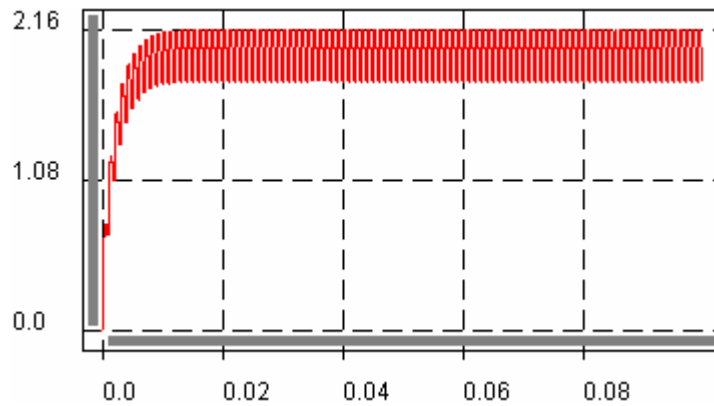
$L_1=0,005$ H

$L_2=0,005$ H

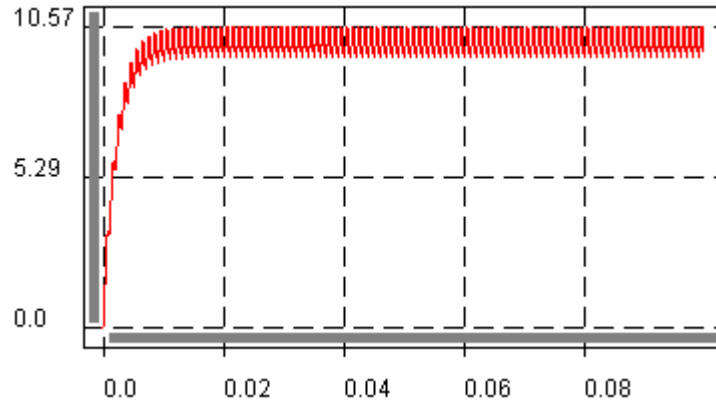
$L3=0,0005 \text{ H}$

6) Programda, dirençten başka bütün yük olasılıkları, yük kısmında mevcuttur. Sırasıyla her yük durumu için programı çalıştırarak bütün grafikleri inceleyiniz.

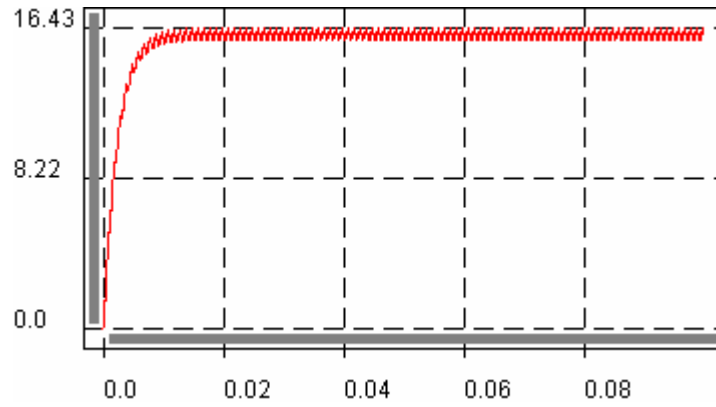
Deneyde maddeler halinde yapılması istenen işlemleri sıra ile gerçekleştirecek olunursa, ilk maddede giriş gerilimi (V_g), anahtarlama frekansı (f_s), endüktans ($L1$) ve kapasitans ($C1$) değerlerini sabit tutarak, darbeleme oranını (D) 0,1...0,9 aralığında değiştirilmesi ve her D değeri için programın çalıştırılması çıkış grafiklerinin incelenmesi istenmiştir. Ayrıca yine bu maddede, her D değerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi değerini (V_o), grafiklerden bakarak hazırlanan tabloya yazılması istenmiştir. Bu işlemleri gerçekleştiren kullanıcı, alçaltıcı çeviricinin çıkışında, girişinden daha küçük seviyede doğru gerilim ürettiğini ve üretilen gerilimin, darbeleme oranına bağlı olarak değiştiğini kavramış olacaktır. Ayrıca dolduracağı tablo yardımıyla giriş gerilimi, anahtarlama oranı ve çıkış gerilimi arasında ilişkinin doğrusallığını ($V_o=DV_g$) kavrayacaktır. Şekil 3.45, 3.46 ve 3.47 'de $D=0,1$, $D=0,5$ ve $D=0,8$ için programda çizdirilen çıkış gerilimi grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 3.45. $D=0,1$ için çizdirilen çıkış gerilim grafiği

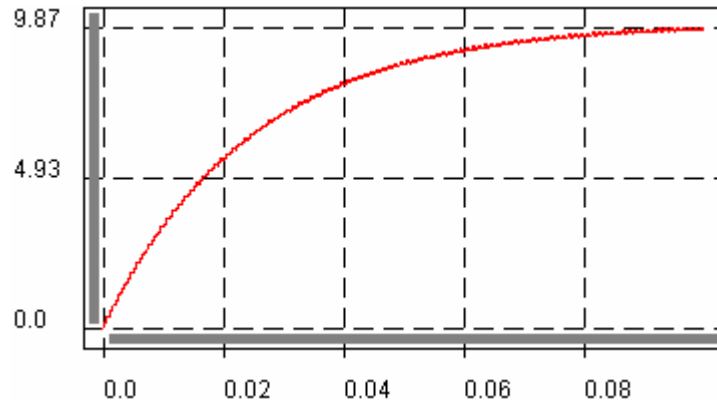


Şekil 3.46. $D=0,5$ için çizdirilen çıkış gerilim grafiği

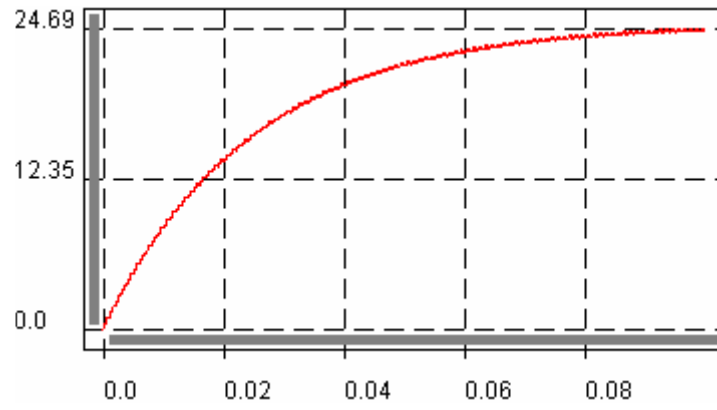


Şekil 3.47. $D=0,8$ için çizdirilen çıkış gerilim grafiği

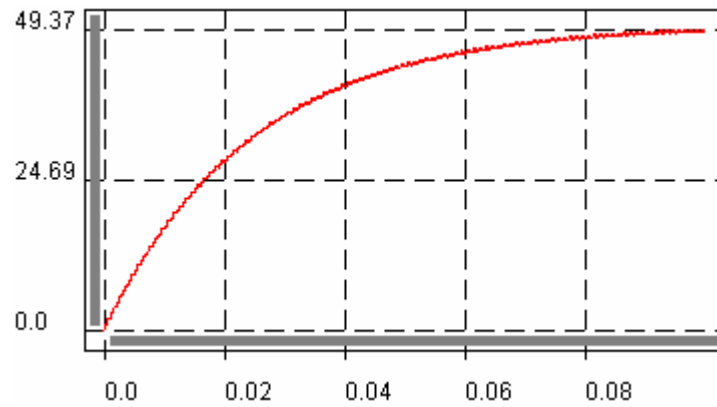
Deneyin ikinci maddesinde; öğrenciden, D , f_s , $L1$ ve $C1$ değerlerini sabit tutarak V_g değerini değiştirmesi ve her V_g değeri için programı çalıştırarak çıkış gerilim grafiklerini incelenmesi istenmiştir. Böylece, öğrenci bir önceki maddede gösterilen D - V_g - V_0 arasındaki ilişkiyi, V_g açısından değerlendirebilecektir. Şekil 3.48, 3.49 ve 3.50’de $V_g=20$ V , $V_g=50$ V ve $V_g=100$ V için programda çizdirilen çıkış gerilim grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 3.48. $V_g=20$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği



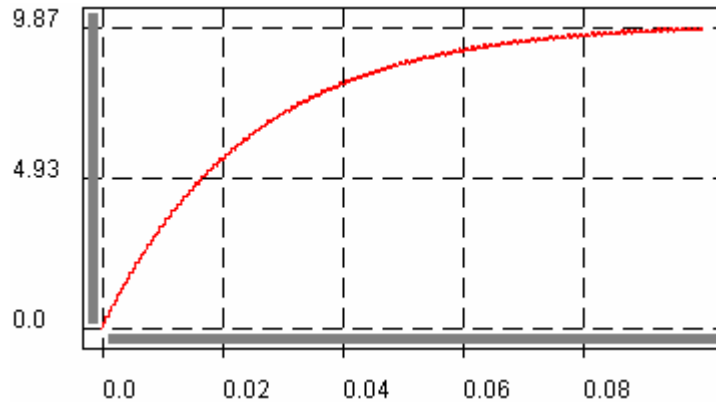
Şekil 3.49. $V_g=50$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği.



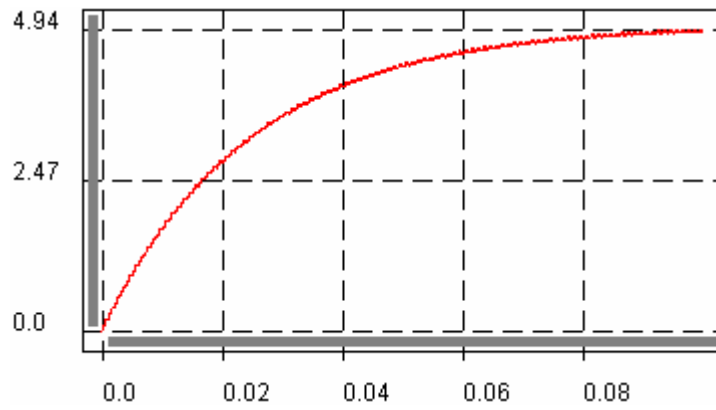
Şekil 3.50. $V_g=100$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği.

Deneyin 3. maddesinde; öğrenciden, V_g , D , f_s , $L1$ ve $C1$ değerlerini sabit tutarak yük bölümündeki direnç değerini değiştirmesi ve her bir direnç değeri için programı çalıştırarak çıkış grafiklerini incelemesi istenmiştir. Böylece öğrenci, yük direnci

değişimine karşı, çıkış geriliminin sabit kalacağını, sadece çıkış akımının değişeceğini grafikler yardımı ile görecektir. Şekil 3.51 ve 3.52’de $R=2\ \Omega$ ve $R=10\ \Omega$ değerleri için programda çizdirilen çıkış grafikleri gösterilmiştir.

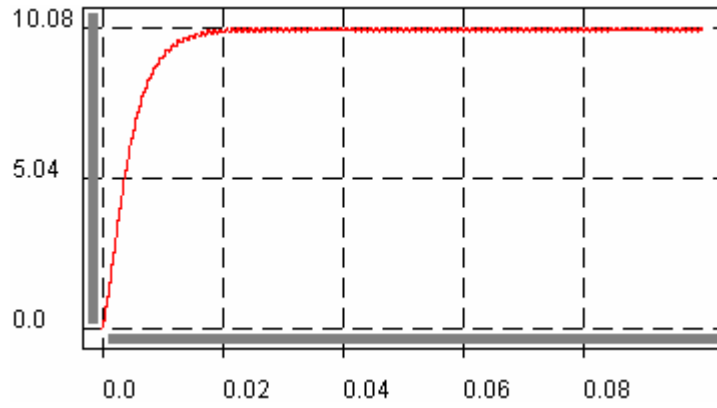


(a)

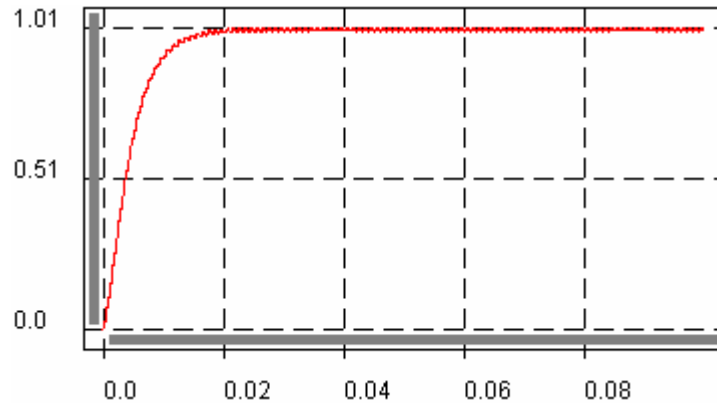


(b)

Şekil 3.51. $R=2\ \Omega$ için çizdirilen (a) çıkış gerilimi (b) çıkış akımı grafikleri



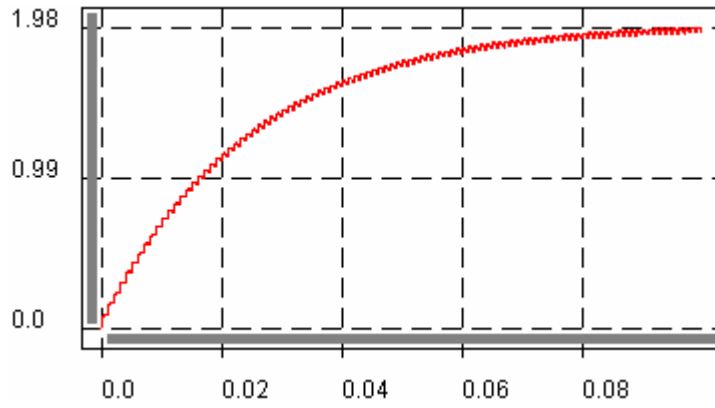
(a)



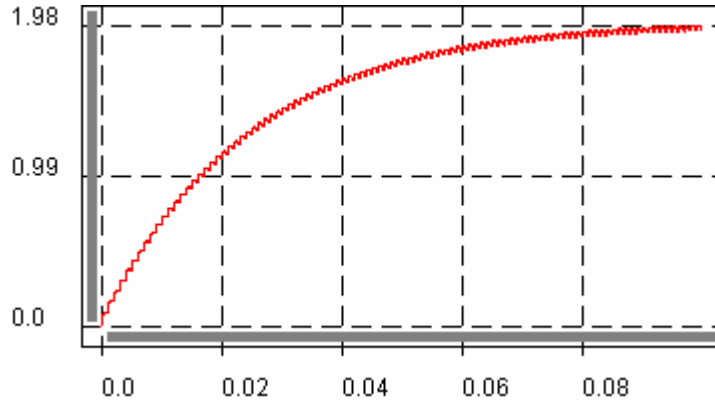
(b)

Şekil 3.52. $R=10\ \Omega$ için çizdirilen (a) çıkış gerilimi (b) çıkış akımı grafikleri

Deneyin 4. maddesinde; öğrenciden V_g , D , $L1$ ve $C1$ değerlerini sabit tutarak, anahtarlama frekansı (f_s) değerini, deney sayfasında verildiği şekilde değiştirerek her f_s değeri için programı çalıştırması ve çıkış gerilimi grafiklerini incelemesi istenmiştir. Bu sayede öğrenci, f_s değeri arttıkça çıkış gerilimindeki dalgalanmanın azaldığını grafikler yardımıyla görecektir. Şekil 3.53 ve 3.54’de $f_s=1000\text{ Hz}$, ve $f_s=10000\text{ Hz}$ için programda çizdirilen çıkış gerilimi grafikleri gösterilmiştir.

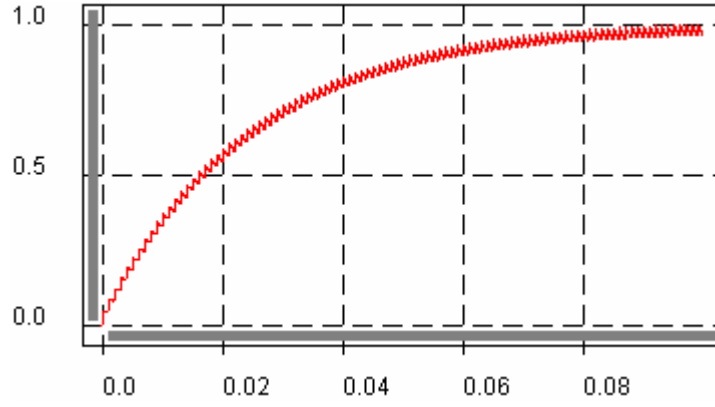


Şekil 3.53. $f_s=1000$ Hz için alçaltıcı çevirici programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği.

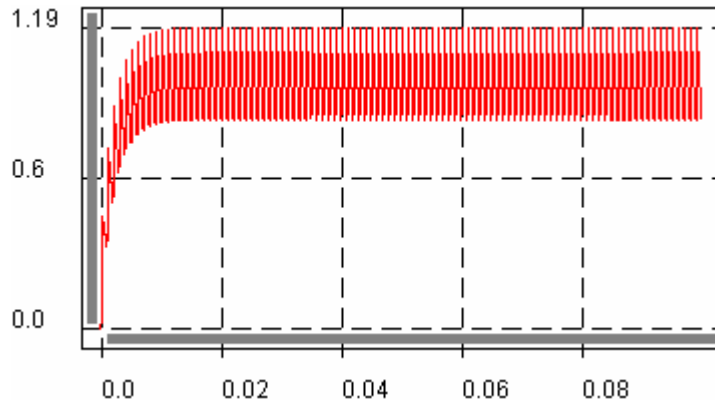


Şekil 3.54. $f_s=10000$ Hz için alçaltıcı çevirici programında çizdirilen çıkış gerilimi grafiği.

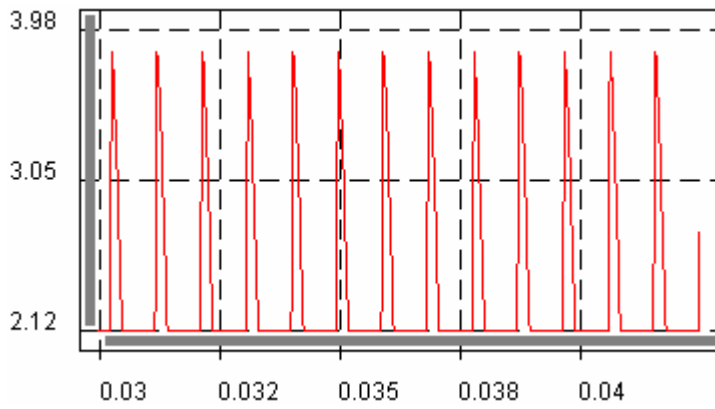
Deneyin 5. maddesinde; öğrenciden, V_g , D , f_s ve C_1 değerlerini sabit tutarak, bobin (L_1) değerini değiştirmesi ve her bir L_1 değeri için programı tekrar çalıştırarak bobine ait grafikleri incelemesi istenmiştir. Böylece öğrenci, bobinin küçük değerleri için devre akımının belirli sürelerde sıfırda kalarak süreksizlik durumunda olduğunu, bobin değerinin yeteri kadar büyük seçildiğinde ise akımın sürekli hale geçtiğini görecektir. Şekil 3.55, 3.56 ve 3.57’de $L_1=0,05$ H, $L_1=0,005$ H ve $L_1=0,0005$ H için programda çizdirilen bobin akımı grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 3.55. $L_1=0,05$ H için çizdirilen bobin akımı grafiği



Şekil 3.56. $L_1=0,005$ H için çizdirilen bobin akımı grafiği

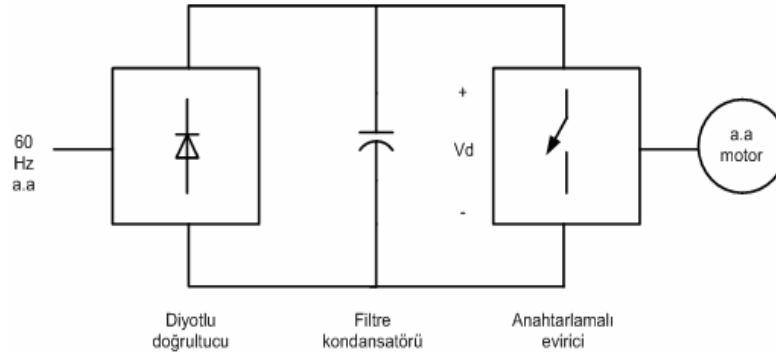


Şekil 3.57. $L_1=0,0005$ H için çizdirilen bobin akımı grafiği

3.4. Eviriciler

Eviricilerin çalışma prensibi, girişteki DA gerilimin çıkışta AA gerilime dönüştürülmesi şeklindedir. Çıkış gerilimi girişteki DA gerilime göre elde edilmektedir. Diğer yandan girişteki DA gerilim ayarlanmadan çıkıştaki değişken AA gerilim evirici vasıtasıyla ayarlanabilir. Bu kontrol darbe genişlik modülasyonu metodunun vasıtasıyla gerçekleştirilir. İdeal eviricilerde çıkış akımının sinyali sinüzoidal olması istenmektedir. Ancak, bir eviricinin çıkışındaki sinyalin şekli tam olarak sinüzoidal olmaz ve bazı harmonikler içerir. Bu sebeple anahtar olarak yüksek hıza sahip güç yarı iletken elemanları ve anahtarlama teknikleri kullanılır. Böylece çıkış gerilimindeki harmonikler en aza indirgenmeye çalışılır.

Eviriciler endüstriyel alanda asenkron motor hız kontrolü, kesintisiz güç kaynakları ve enerji nakil hatları v.b. uygulamalarda çokça kullanılmaktadır. Burada amaç genliği ve frekansı denetlenebilen bir gerilim üretmektir. Örnek olarak Şekil 3.58’de gösterilen bir AA motor tahrik sistemi ele alınabilir. Bu sistemde alternatif şebeke gerilimi önce doğrultulup süzülür ve bir doğru gerilim elde edilir. Daha sonra bu gerilim bir evirici yardımıyla tekrar alternatif gerilime dönüştürülür. Şekil 3.58’deki evirici, girişteki doğru gerilimi evirerek istenen alternatif gerilimi motora verir.



Şekil 3.58. AA motor tahrik sistemi içerisindeki anahtarlama evirici

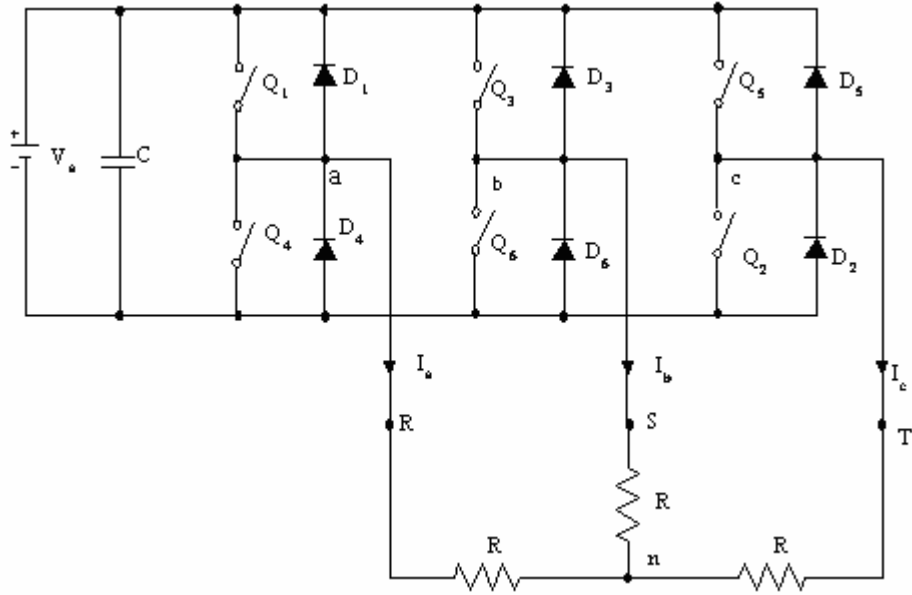
Doğrultma işlemi çoğunlukla denetimsiz doğrultucularla yapılır. Oysa genel olarak tahrik sistemlerindeki elektrik motorlarının girişinde, genliği ve frekansı ayarlanabilen sinüs biçiminde bir gerilim istenir. Girişteki DC gerilim için bir akü, güneş pili ve diğer DC kaynaklar kullanılabilir. Eviriciler kullanım alanlarına göre bir fazlı ve üç fazlı olmak üzere iki guruba ayrılabilir. Ayrıca bu eviriciler de giriş gerilimi sabit tutularak kullanılan eviriciler, gerilim kaynaklı eviriciler (VSI), giriş akımı sabit tutularak kullanılan eviriciler de akım kaynaklı eviriciler (CSI) olarak ikiye ayrılır. Bu bölümde, üç fazlı evirici devrelerinin eğitim amacıyla yapılan benzetim programı ve bu programın öğrenciye neler kazandıracakları açıklanacaktır (7).

3.4.1. Üç fazlı eviriciler

Üç fazlı eviriciler genelde yüksek güçlü uygulamalarda kullanılırlar. Üç fazlı eviriciler üç tane bir fazlı eviricinin paralel bağlanması sonucu elde edilir. Şekil 3.59'da üç fazlı bir eviricinin devresi gösterilmiştir. Yine girişte bir DA kaynak vardır. Eviricinin altı anahtarlama elemanı istenilen dalga şeklini üretmek için periyodik olarak açılır veya kapatılır. Bu anahtarlama sırasına göre eviricinin çıkış frekansını belirleyerek gerilim ve harmonikler kontrol edilebilir. Altı anahtarlama elemanı ve altı diyottan oluşmuş evirici, anahtarlama elemanlarının 180° ve 120° iletimde kalması sağlayarak sürülmesi söz konusudur.

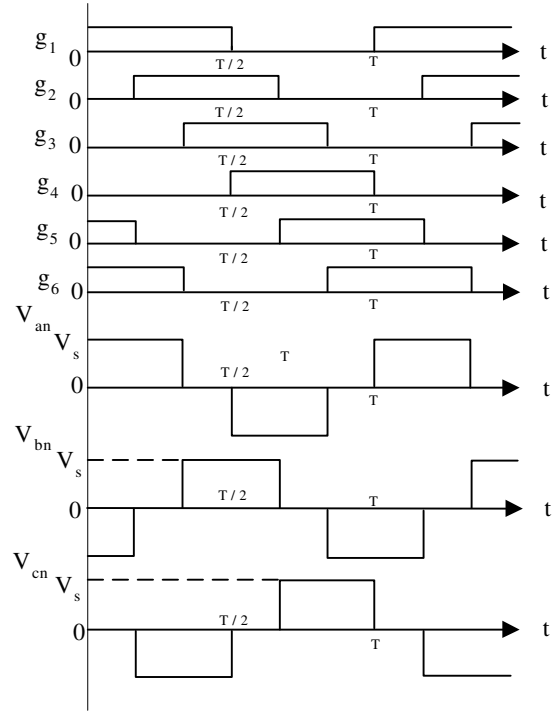
180° iletim:

Her bir anahtar 180° iletimde kalır. Q_1 anahtarlama elemanı iletimde iken Q_4 kesimdedir ve Q_4 iletime geçtiğinde de Q_1 kesime gider. Bu durum diğer iki kol içinde geçerlidir.

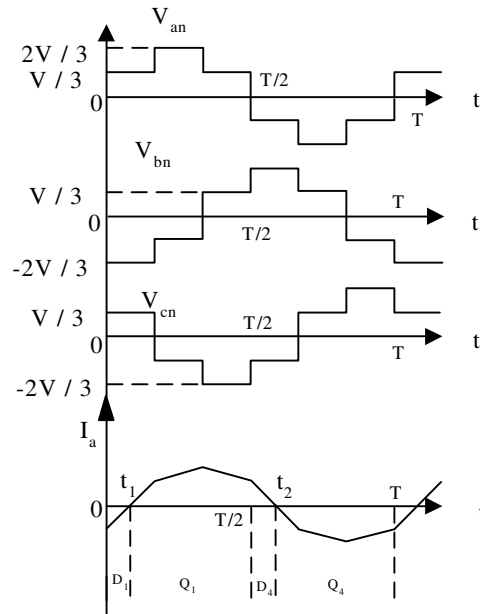


Şekil 3.59. Üç fazlı evirici devresi

Aynı anda bir koldaki anahtarlama elemanları iletimde olamaz. Çünkü kısa devre meydana gelir bu da istenmeyen bir durumdur. Her bir koldaki anahtarlama elemanları arasında bir ölü zaman meydana getirmekle kısa devre durumundan kaçınılmış olur. Anahtarlama elemanlarının iletim ve kesim durumuna göre bir periyot içinde altı anahtarlama modeli oluşur ve her durumda sadece üç anahtarlama elemanı iletimde kalarak aralarında 60° bir faz farkı ile anahtarlama elemanları tetiklenir. Şekil 3.60'da ve Çizelge 3.11'de her bir anahtarlama elemanının bir periyot içerisinde iletim durumları ve fazlar arası gerilimlerin eğrileri verilmiştir. Yükteki gerilim düşümlerine göre her bir faz için gerilim eğrileri ve bir faz için akım eğrisi Şekil 3.61'de verilmiştir ve Çizelge 3.12'de bir periyot içerisinde iletimde kalan anahtarlama durumlarına göre fazlar arası gerilim değerleri ile faz-nötr gerilim değerleri verilmiştir. Ayrıca 180° iletimli çalışmada çıkış geriliminin dalga şekli yükün özelliğinden bağımsızdır.



Şekil 3.60. 180° iletim fazlar arası gerilim eğrileri



Şekil 3.61. 180° iletim faz-nötr gerilim ve akım eğrileri

Çizelge 3.11. 180° iletimde bir periyot içerisinde anahtarlama durumları

Anahtar İletimi	Aralık
1-5-6	0-60°
1-2-6	60°-120°
1-2-3	120°-180°
2-3-4	180°-240°
3-4-5	240°-300°
4-5-6	300°-360°

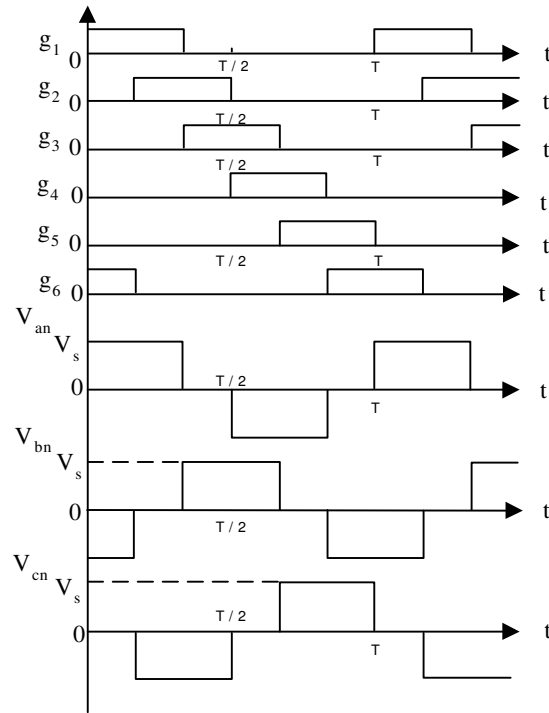
Çizelge 3.12. 180° iletimde fazlar arası gerilimi ve faz-nötr gerilimi değerleri

Gerilim	0° -60°	60°-120°	120 -180°	180°-240°	240 -300°	300 -360°
Van	V/3	2V/3	V/3	-V/3	-2V/3	-V/3
Vbn	-2V/3	-V/3	V/3	2V/3	V/3	-V/3
Vcn	V/3	-V/3	-2V/3	-V/3	V/3	2V/3
Vab	V	V	0	-V	-V	0
Vbc	-V	0	V	V	0	-V
Vca	0	-V	-V	0	V	V

120° İletim

Bu tip iletim modun da her bir anahtarlama elemanı 120° faz farkı ile iletimdedir. Yalnızca iki anahtarlama elemanı herhangi bir zaman dilimi içerisinde görülebilir. Her bir anahtarlama elemanı çalışma frekansına bağlı olarak 120° genişliğinde birbirini izleyen darbelerle tetiklenirse Şekil 3.62'de görüldüğü gibi faz gerilimleri 120° genişliğinde pozitif ve negatif gerilim bloklarından oluşur. Bu çalışma şeklinde yarı iletkenlerin iletimde olmadığı 60° sürelerde çıkış geriliminin dalga şekli yükün özelliğine bağlıdır.

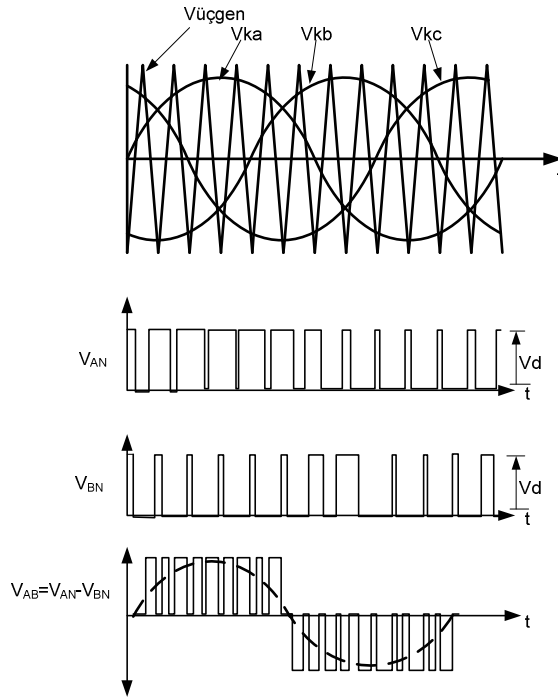
Her iki çalışma şekli için bir karşılaştırma yapılırsa, 180° iletimli çalışmanın daha iyi sonuç verdiği ve çıkış akımının sinüs eğrisine daha yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 3.62. 120° İletim fazlar arası gerilim eğrileri

3.4.2. Üç fazlı evirici devresinin çalışma prensibi ve matematiksel modelinin çıkartılması

Üç fazlı eviricilerin benzetimleri yapılırken girişteki sabit doğru gerilim V_g ile üç fazlı çıkış gerilimlerinin büyüklüklerini ve frekansları denetlenmektedir. Üç fazlı eviricide dengeli üç fazlı çıkış gerilimleri elde etmek için, tek fazlı eviricilerde olduğu gibi aynı üçgen dalga şekli, Şekil 3.63’de gösterildiği gibi, üç tane 120° faz farklı sinüsoidal denetim gerilimleri (V_{ka} , V_{kb} , V_{kc}) ile karşılaştırılır.



Şekil 3.63. Üç fazlı PWM dalga şekilleri

Bu karşılaştırma, aşağıda gösterilen denklem [3.9], [3.10], [3.11] mantıksal ifadelerle gerçekleştirilerek V_{AN} , V_{BN} ve V_{CN} gerilimleri elde edilir. (1,4)

$$V_{ka} > V_{\text{üçgen}} \cdot T_{A+} \text{ iletimde} \quad V_{AN} = V_g \quad [3.9]$$

$$V_{ka} < V_{\text{üçgen}} \cdot T_{A-} \text{ iletimde} \quad V_{AN} = 0$$

$$V_{kb} > V_{\text{üçgen}} \cdot T_{B+} \text{ iletimde} \quad V_{BN} = V_g \quad [3.10]$$

$$V_{kb} < V_{\text{üçgen}} \cdot T_{B-} \text{ iletimde} \quad V_{BN} = 0$$

$$V_{kc} > V_{\text{üçgen}} \cdot T_{C+} \text{ iletimde} \quad V_{CN} = V_g \quad [3.11]$$

$$V_{kc} < V_{\text{üçgen}} \cdot T_{C-} \text{ iletimde} \quad V_{CN} = 0$$

Buradan yola çıkarak fazların kendi aralarındaki gerilimler ise aşağıda denklem [3.12]'de gösterildiği gibi hesaplanabilir.

$$V_{AB}=V_{AN}-V_{BN} \quad [3.12]$$

$$V_{BC}=V_{BN}-V_{CN}$$

$$V_{CA}=V_{CN}-V_{AN}$$

Bu bilgilerden yararlanarak üç fazlı eviricilerin matematiksel modellemesi yapılmıştır. Buradan yola çıkarak program kodları aşağıdaki gibi yazılmıştır.

```

Ts=1/Globals.fs;
ev=Globals.Tmax*10;
t1=Ts/4; t2=Ts/2; t3=3*Ts/4; t4=Ts;
a=Globals.Vuc/t1;
double f=1;
if(t[c]<(Ts+t1))
{
if(0<t[c]&& t[c]<=t1)
{ Vu[c]=a*t[c];}
if(t1<t[c]&& t[c]<=t3)
{ Vu[c]=(t2*a)-(a*t[c]);}
if(t3<t[c]&& t[c]<=Ts+t1)
Vu[c]=-(t4*a)+(a*t[c]);
}
if(t[c]>=Ts+t1)

```

```

{ if(f*Ts+t1<t[c]&&t[c]<=f*Ts+t3)

Vu[c]=((f*Ts+t2)*a)-(a*t[c]);

if((f*Ts+t3)<t[c]&&t[c]<=((f+1)*Ts+t1))

Vu[c]=-((f*Ts+t4)*a)+(a*t[c]);

if(t[c]>=(f+1)*Ts+t1-delta) f++;

}

Vka[c]=Globals.Vk*Math.sin((2*Math.PI*Globals.fden*t[c]));

Vkb[c]=Globals.Vk*Math.sin((2*Math.PI*Globals.fden*t[c])-(2*Math.PI/3));

Vkc[c]=Globals.Vk*Math.sin((2*Math.PI*Globals.fden*t[c])+(2*Math.PI/3));


if (Vka[c]>Vu[c]) Van[c]=Globals.Vg; else Van[c]=0;

if (Vkb[c] > Vu[c]) Vbn[c] = Globals.Vg; else Vbn[c] = 0;

if (Vkc[c] > Vu[c]) Vcn[c] = Globals.Vg; else Vcn[c] = 0;


Vab[c]=Va[c]*Math.sqrt(3);

Vbc[c]=Vb[c]*Math.sqrt(3);

Vca[c]=Vc[c]*Math.sqrt(3);


else if (Globals.secim3 == 2)

{

Ia[c]=((Va[c]/Globals.L2)*delta)+Ia[c-1];

VLA[c]=Globals.L2*Ia[c]; VA[c]=VLA[c];


Ib[c]=((Vb[c]/Globals.L2)*delta)+Ib[c-1];

VLB[c]=Globals.L2*Ib[c]; VB[c]=VLB[c];

```

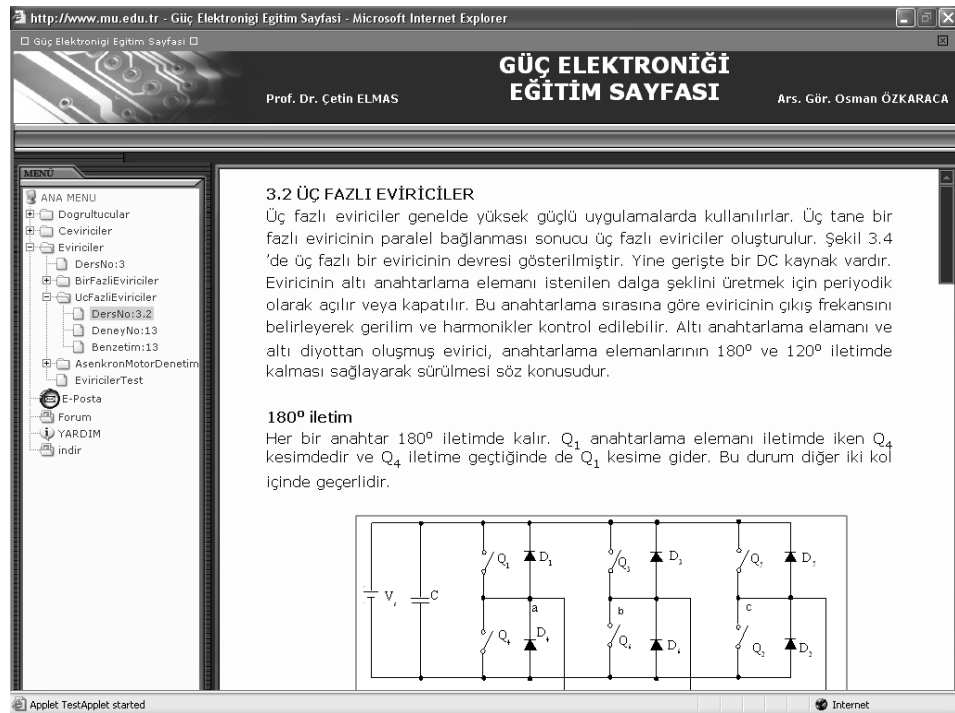
$$I_c[c]=((V_c[c]/Globals.L2)*delta)+I_c[c-1];$$

$$VLC[c]=Globals.L2*I_c[c]; VC[c]=VLC[c];$$

$$Iha[c]=Ia[c]; Ihb[c]=Ib[c]; Ihc[c]=Ic[c]; }$$

3.4.3. Üç fazlı evirici devresi benzetim programının teori sayfası

Üç fazlı evirici devresi için hazırlanan programın teorik bilgi kazandırılmasına yönelik web sayfası Şekil 3.64’de gösterilmiştir. Eğer konu hakkında anlamadığı veya takıldığı bir nokta olursa yöneticiye mail atarak veya forum sayfasına not bırakarak diğer kullanıcılara soru sorabilir.



Şekil 3.64. Üç fazlı evirici programı teori sayfası

Teori sayfasında programın nasıl çalışması gerektiği anahtarlamaların nasıl yapıldığı grafiklerle ve sözlü olarak anlatılmıştır. Bu sayede üç fazlı eviricide hangi anahtar iletimdeyken akımın hangi yolu takip edeceğini öğrenci biliyor olur.

3.4.4. Üç fazlı evirici devresi benzetim programı deney sayfası

Üç fazlı eviricinin benzetim programı için hazırlanan deney sayfası, Şekil 3.65’de gösterilmiştir.



Şekil 3.65. Üç fazlı evirici programı deney sayfası

Aşağıda yazılı olarak üç fazlı eviricinin deney sayfası gösterilmiştir.

Deney 4: Üç fazlı da-aa evirici deneyi

Deneyin Amacı:

Üç Fazlı DA-AA Eviricinin farklı değişkenler kullanarak çıkışındaki akım ve gerilim eğrilerindeki değişiminin incelenmesi, devre elemanlarının üzerinde oluşan gerilim ve üzerinden geçen akım grafiklerinin nasıl oluştuğunun kavranması.

Deneyin Yapılışı:

Programı yazarken evirici benzetiminde anahtarların çalışmasının tek kutuplu gerilim anahtarlama PWM denetimi ile yapıldığını teori kısmında ifade edilmiştir. Bu denetim metodunda; çeviricinin A, B, C bacakları birbirinden bağımsız olarak kontrol edilmektedir. Çeviricinin A bacağı; Ta+ ve Ta- anahtarlarının bulunduğu kol, B bacağı; Tb+ ve Tb- anahtarlarının bulunduğu kol, C bacağı ise Tc+ ve Tc- anahtarlarının bulunduğu koldur. Denetimde; üçgen dalga şekli, sinüsoidal denetim gerilimleri V_{ka} , V_{kb} ve V_{kc} ile sırasıyla A, B ve C bacaklarının anahtarlama işaretlerini belirlemek için karşılaştırılmaktadır. V_{ka} ile $V_{üçgen}$ 'in karşılaştırılması A bacağındaki anahtarları, V_{kb} ile $V_{üçgen}$ 'in karşılaştırılması B bacağındaki anahtarları, V_{kc} ile $V_{üçgen}$ 'in karşılaştırılması ise C bacağındaki anahtarları denetler. Eviricilerde, Denetim Gerilimi (V_{ka}, V_{kb}, V_{kc}) ; frekansı ve genliği ayarlanabilen sinüsoidal bir eğridir. Anahtarların denetimi ise aşağıdaki gibi yapılmaktadır.

Eğer Ta+ iletimde ise: $V_{ka} > V_{üçgen}$

Tb+ iletimde ise: $V_{kb} > V_{üçgen}$

Tc+ iletimde ise: $V_{kc} > V_{üçgen}$

A bacağının çıkış gerilimi V_{an} , B bacağının çıkış gerilimi V_{bn} , C bacağının çıkış gerilimi V_{cn} ve çıkış gerilimi V_o olarak belirtilmiştir.

Programın ilk açılışında, devre değişkenleri için değerler belirlenmiştir. İlk etapta yük olarak saf dirençle birlikte bir bobin seçilmiştir (yıldız).

Deney için aşağıda verilen maddeleri sırasıyla uygulayınız.

Yardım:

Program sayfası açıldığı zaman istediğiniz değişken değerlerini ve yük çeşidini belirledikten sonra benzetimi başlatmak için "Başlat" butonuna basınız. Programın çalışması ile akım kırmızı çizgiyi takip ederek akacaktır. Kısa bir süre sonra devredeki bütün elemanların akım ve gerilim grafiklerini hesaplanmış olacaktır. Grafiğini görmek istediğiniz elemanın üzerine fareyi kullanarak tek tıklayınız. Bu yolla, bütün elemanların grafiklerini inceleyebilirsiniz yâda butonları kullanarak

istediğiniz elemanın grafiklerini görebilirsiniz. Bu sayfada grafiklerin çıktısını almak için grafikleri tek tek “kaydet” butonunu kullanarak kaydedebilir daha sonra herhangi bir resim programını açarak(paint gibi) bilgisayarın hafızasında bulunan resmi boş bir sayfaya atarak grafiği kayıt edebilirsiniz. Daha öncede ifade edildiği gibi istenirse deney sayfasında deney adının altında bulunan kırmızı renkteki bağlantıyı tıklayarak deneyin pdf formatını indirebilir daha sonra çıktısını alarak elde ettiğiniz verileri bu sayfalara da yazabilirsiniz. Benzetim programında 4 tane pencere yer almaktadır bunlar;

- a) Devre Elemanları penceresi: Bu bölümden istediğiniz yük çeşidi fare yardımı ile üzerine tek tıklanarak seçilir.
- b) Değerler penceresi: Bu bölümde çevirici ile ilgili değişkenlerin bulunduğu kısımdır. Buradan istediğiniz değerleri girerek başlata’a basınız.
- c) Grafik penceresi1: Bu pencerede devrenin gerilim grafikleri çıkmaktadır.
- d) Grafik penceresi2: Bu pencerede devrenin akım grafikleri çıkmaktadır.

Deneyi yapmak için aşağıdaki maddeleri sırayla takip ediniz. Verilen tabloları doldurup, deneyle ilgili elde ettiğiniz sonuçları "sonuç" kısmına yazınız.

1) $V_g=25\text{ V}$, $V_{\text{uçgen}}=1\text{ V}$, $f_s=5000\text{ Hz}$ ve $f_1=1000\text{ Hz}$ değerlerini sabit tutarak, Denetim Gerilimi (V_k)’nın değerini 0,1-0,2-0,3....0,9 aralığında değiştiriniz. Her bir Denetim Gerilimi değeri için bütün grafikleri inceleyiniz. V_{an} , V_{bn} ve V_o gerilimlerinin grafiklerine dikkat ediniz. Denetim Geriliminin her değeri için Ortalama Çıkış gerilimi değerine çıkış grafiğinden bakınız ve tabloya yazınız. Denetim Gerilimi arttıkça çıkış gerilimi nasıl değişti? Denetim Geriliminin her değeri için T_{a+} ve T_{b+} anahtarlarının Darbeleme Oranını (D_1 ve D_2) yukarıda verilen formüllerden yararlanarak hesaplayınız ve Çizelge 3.13 tabloyu doldurunuz.

Çizelge 3.13. Deney 4'e ait değişik denetim gerilimlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu

Denetim Gerilimi (Vk)Volt	Giriş Gerilimi Volt.	Çıkış Gerilimi Vo(Volt)
Vk1=0,1	Vg=25 V	Vo1=
Vk2=0,2	Vg=25 V	Vo2=
Vk3=0,3	Vg=25 V	Vo3=
Vk4=0,4	Vg=25 V	Vo4=
Vk5=0,5	Vg=25 V	Vo5=
Vk6=0,6	Vg=25 V	Vo6=
Vk7=0,7	Vg=25 V	Vo7=
Vk8=0,8	Vg=25 V	Vo8=
Vk9=0,9	Vg=25 V	Vo9=

Sonuç:

2) $V_g=25$ V, $V_k=0,5$ V, $f_s=1000$ Hz, $f_l=50$ Hz, Yük Direnci $R=2$ Ω ve Yük Endüktansı $L=0,03$ H değerlerini sabit tutarak, Üçgen Gerilimi ($V_{\text{üçgen}}$) değerini değiştiriniz. Bu işlemi aşağıdaki tabloda verilen bütün Üçgen Gerilimi ($V_{\text{üçgen}}$) değerleri için uygulayınız. Her bir değer için bütün grafikleri inceleyiniz. V_{an} , V_{bn} ve V_o gerilimlerinin grafiklerine dikkat ediniz. Üçgen Geriliminin her değeri için Ortalama Çıkış gerilimi değerine çıkış grafiğinden bakınız ve Çizelge 3.14'ü doldurunuz. Üçgen Gerilimi arttıkça çıkış gerilimi nasıl değişti?

Çizelge 3.14. Deney 4'e ait değişik üçgen gerilimlerine karşılık gelen ortalama çıkış gerilimi tablosu

Denetim Gerilimi (V _k) Volt	Üçgen Gerilimi	Çıkış Gerilimi (V _o) Volt
V _k =0,5	V _{üçgen1} =1 V	V _o =
V _k =0,5	V _{üçgen2} =2 V	V _o =
V _k =0,5	V _{üçgen3} =4 V	V _o =

Sonuç:

3) V_g=25 V, V_k=0,1 V, V_{üçgen}=1 V, f_s=5000 Hz, Yük Direnci R=2 Ω ve L=0,003 H değerlerini sabit tutarak İnvertör kısmındaki Denetim Gerilimi Frekansı (f₁) değerini sırasıyla; f₁=100 Hz, f₁=500 Hz, f₁=1000 Hz yapınız. Her frekans değeri için bütün grafikleri inceleyiniz. Çıkış Grafiklerine dikkat ediniz. Frekansın değeri arttıkça Ortalama çıkış geriliminde ne yönde bir değişiklik oldu? Aşağıdaki her frekans değerinin altına o değer için programda çizdirdiğiniz Çıkış Gerilimi grafiklerini yapıştırınız. Bu işlemi; programda ilgili grafiğin üzerindeki "kopyala" butonu ile kopyalayıp aşağıya yapıştırabilirsiniz.

f₁=100 Hz

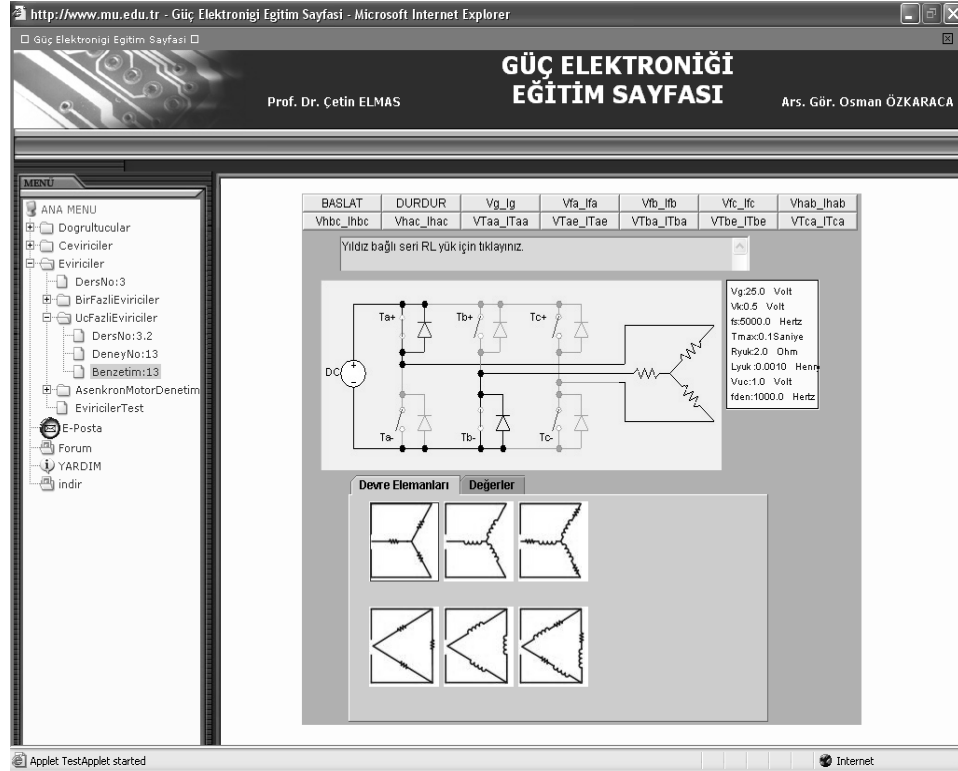
f₁=500 Hz

f₁=1000 Hz

Sonuç:

4) Programda, dirençten başka bütün yük olasılıkları, yük kısmında mevcuttur. Sırasıyla her yük durumu için programı çalıştırarak bütün grafikleri inceleyiniz.

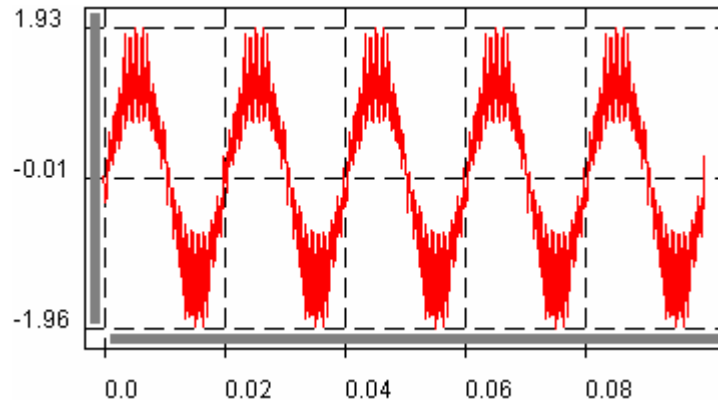
Üç fazlı eviricinin benzetim programı için hazırlanan benzetim programı sayfası, Şekil 3.66’da gösterilmiştir.



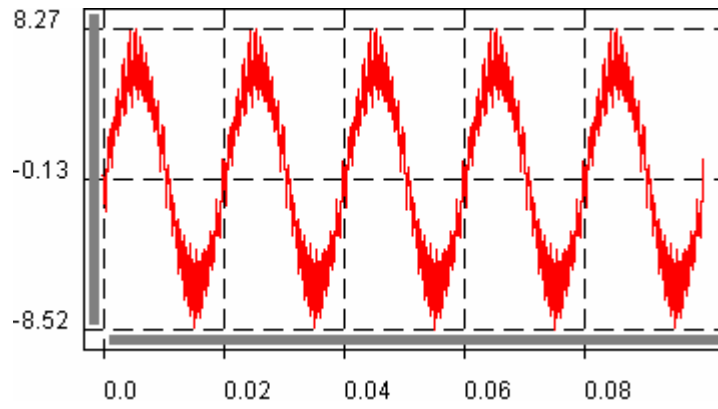
Şekil 3.66. Üç fazlı eviricinin benzetim programı için hazırlanan benzetim programı sayfası

Deneyde verilen ilk madde; kullanıcının, giriş gerilimi (V_g), üçgen dalga gerilimi ($V_{\text{üçgen}}$), anahtarlama frekansı (f_s) ve denetim gerilimi frekansı (f_1) değerlerini sabit tutarak, denetim gerilimi (V_k) değerini değiştirmesi ve her V_k değeri için çıkış grafiklerini incelemesi istenmiştir. Kullanıcı bu maddeyi gerçekleştirerek, denetim geriliminin (V_k), çıkış geriliminin tepe değerini nasıl değiştirdiğini grafikler yardımıyla görebilecektir.

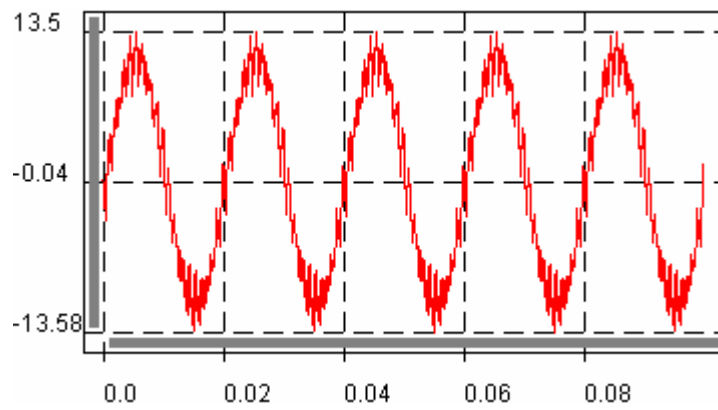
Şekil 3.67, 3.68 ve 3.69’da $V_g=25$ V, $V_{\text{üçgen}}=1$ V, $f_s=1000$ Hz $f_1=50$ yükte yıldız bağlı R-L yük için $V_k=0,1$ V, $V_k=0,5$ V ve $V_k=0,9$ V için programda çizdirilen çıkış grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 3.67. $V_k=0,1$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği



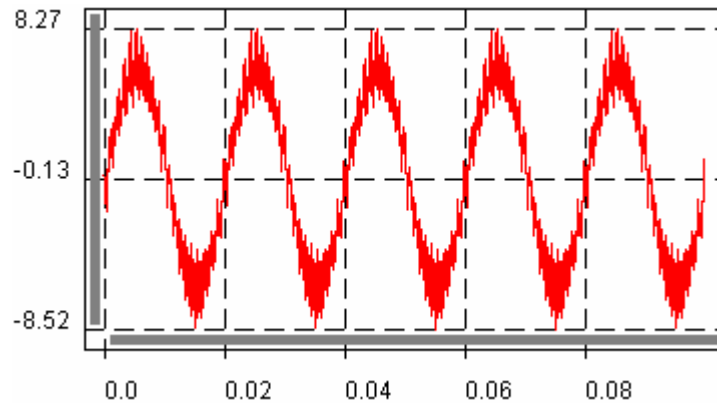
Şekil 3.68. $V_k=0,5$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği



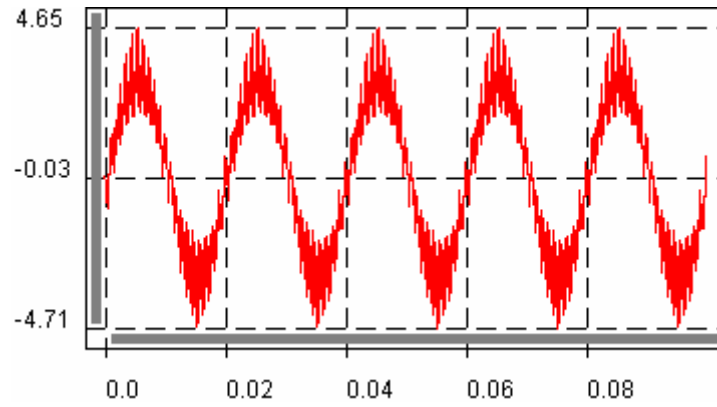
Şekil 3.69. $V_k=0,9$ V için çizdirilen çıkış gerilimi grafiği

Deneyin 2. maddesinde; öğrenciden, V_g , V_k , f_s ve f_l değerlerini sabit tutarak $V_{\text{üçgen}}$ değerini değiştirmesi ve her değer için programı çalıştırarak çıkış grafiklerini

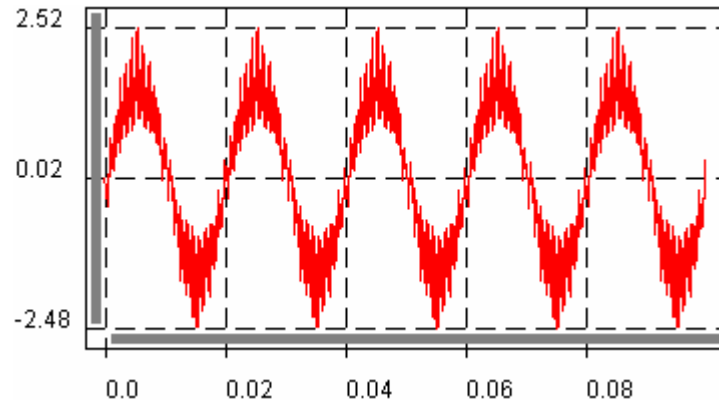
incelemesi istenmiştir. Kullanıcı bu maddeyi gerçekleştirerek; üçgen dalga gerilimi tepe değerinin ($V_{\text{üçgen}}$) çıkış gerilimi tepe değerini ne gibi bir değişikliğe uğrattığını ve ikisi arasında ters bir orantının mevcut olduğunu görecektir. Şekil 3.70, 3.71 ve 3.72’de $V_{\text{üçgen}}=1$ V, $V_{\text{üçgen}}=2$ V ve $V_{\text{üçgen}}=4$ V değerleri için programda çizdirilen A fazına ait çıkış gerilimi grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 3.70. $V_{\text{üçgen}}=1$ V için çizdirilen A fazına ait çıkış gerilimi grafiği

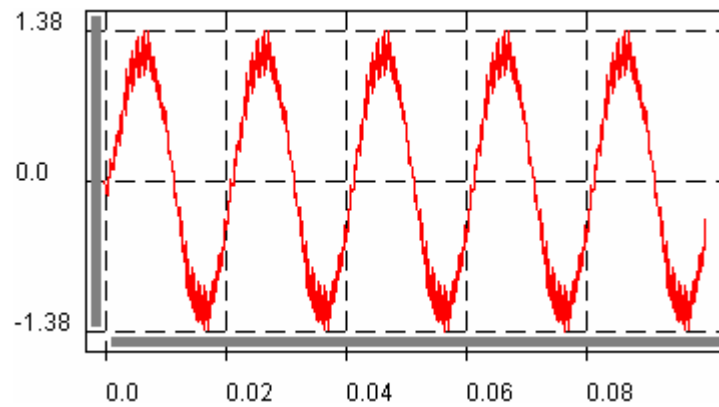


Şekil 3.71. $V_{\text{üçgen}}=2$ V için çizdirilen A fazına ait çıkış gerilimi grafiği

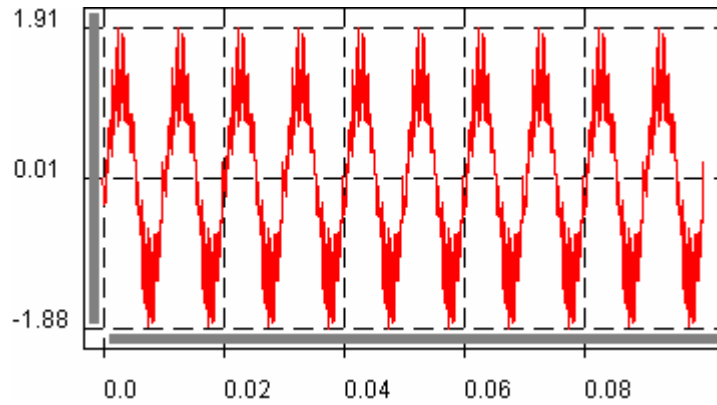


Şekil 3.72. $V_{\text{üçgen}}=4$ V için çizdirilen A fazına ait çıkış gerilimi grafiği.

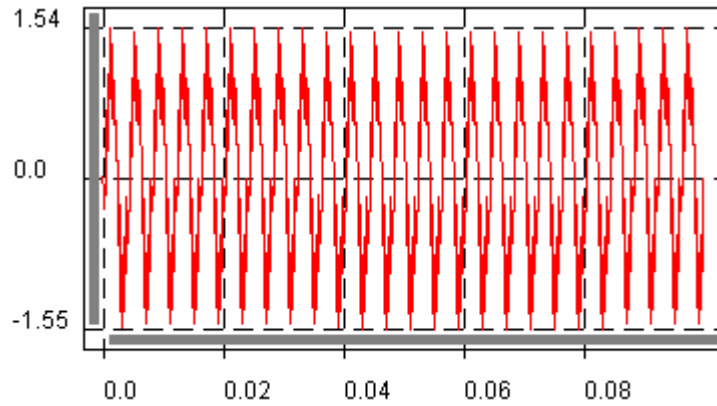
Deneyin 3. maddesinde; kullanıcıdan, V_g , V_k , $V_{\text{üçgen}}$ ve f_s değerlerini sabit tutarak denetim gerilimi frekansı değerini değiştirmesi ve her f_1 değeri için programı çalıştırarak çıkış grafiklerini incelemesi istenmiştir. Kullanıcı bu maddeyi gerçekleştirerek denetim gerilimi frekansının aslında çıkış gerilimi frekansını oluşturduğunu görebilecektir. Şekil 3.73, 3.74 ve 3.75’de $f_1=50$ Hz, $f_1=100$ Hz, $f_1=250$ Hz için programda çizdirilen A fazına ait çıkış gerilimi grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 3.73. $f_1=50$ Hz için üç fazlı evirici programında çizdirilen A fazına ait çıkış gerilim grafiği



Şekil 3.74. $f_1=100$ Hz için üç fazlı evirici programında çizdirilen A fazına ait çıkış gerilim grafiği



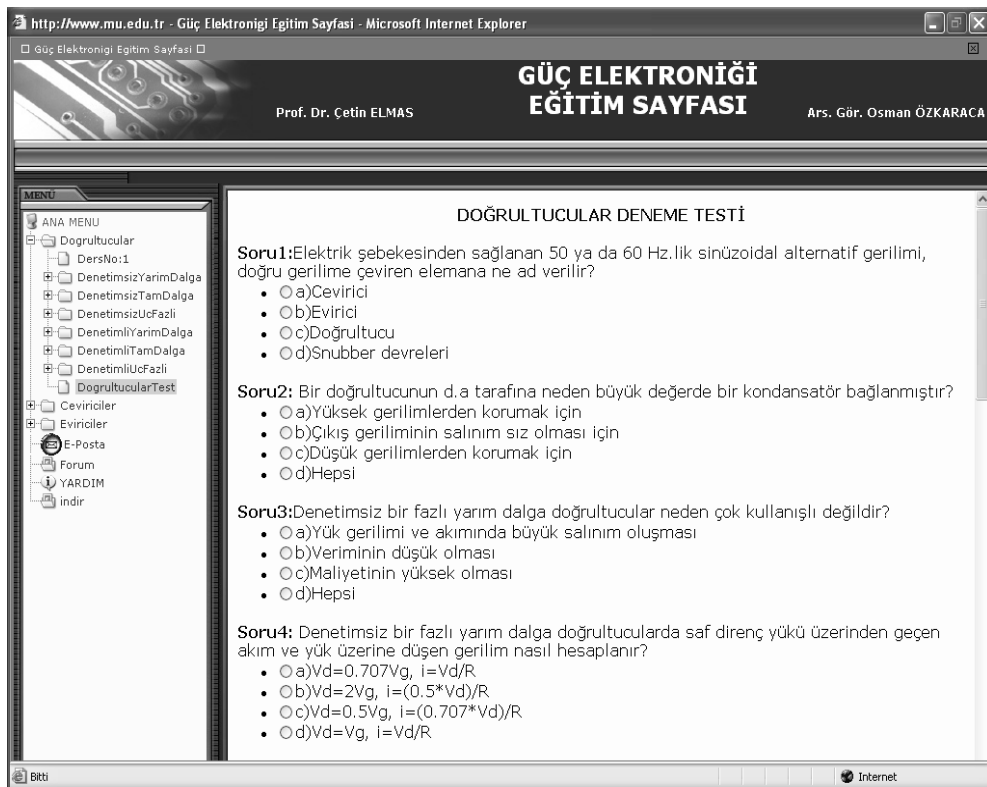
Şekil 3.75. $f_1=250$ Hz için üç fazlı evirici programında çizdirilen A fazına ait çıkış gerilim grafiği

3.5. Test Sayfaları

Bundan önceki bölümlerde, hazırlanmış olan güç elektroniği eğitim sayfasında bulunan konular ve bunların anlaşılması için yapılabilecek deneyler hakkında bilgiler verilmişti. Bu bölümde ise her konunun sonunda yer alan, verilen bilginin ne kadarının anlaşıldığını öğrenmek için yapılmış, kullanıcının kendi kendini test etmesine yarayan java script programı kullanılarak hazırlanmış üç tane sayfa bulunmaktadır. Doğrultucular konusu için 12 adet, çeviriciler konusu için 14 adet, eviriciler konusu için 8 adet soru hazırlanmıştır. Aşağıda örnek olarak doğrultucular konusu için hazırlanmış olan test sayfasının nasıl çalıştığı anlatılmaktadır.

3.5.1. Doğrultucular test sayfası

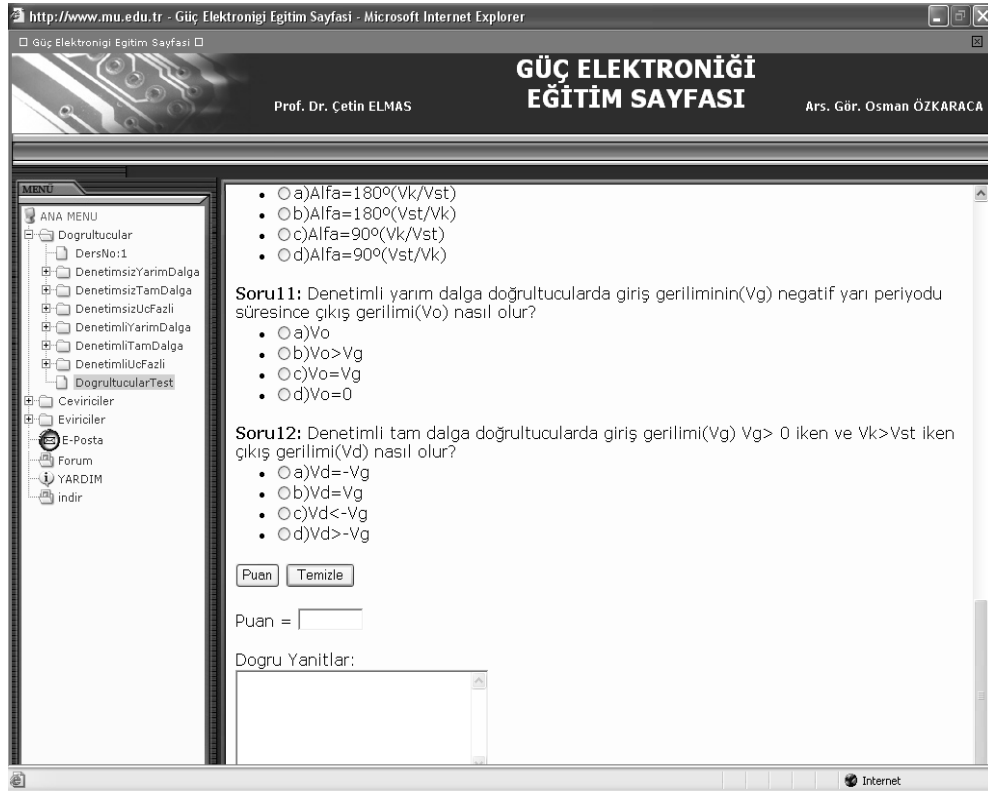
Eğitim sayfasının ilk konusu olan doğrultucular konusunun içinde 6 tane doğrultucu çeşidi incelenmiştir. Bu konuların ve deneylerinin en sonunda menüden “DoğrultucularTest” bağlantısı tıklanarak aşağıdaki Şekil 3.76’da görülen sayfa açılır.



Şekil 3.76. Doğrultucular Test Sayfası

Bu sayfada konu ile ilgili 12 tane soru yer almaktadır. Sayfadaki sorular tek tek dikkatlice okunur. Daha sonra kullanıcı fare yardımı ile doğru gördüğü şıkkın yanında bulunan boşluğu işaretler. Bütün soruların cevaplanması bittiğinde aldığı puanı görmek için sayfanın sonunda Şekil 3.77’de görüldüğü gibi puan butonu tıklanmalıdır. Sayfa sonunda puan butonu ile birlikte temizleme butonu ve doğru cevaplarla alınan puanın görüldüğü açıklama kutuları yer almaktadır. Kullanıcı sınav sonucunu beğenmez ise sınavı tekrar yapmak için “Temizle” butonuna basarak

yanıtları web sayfası üzerinden temizleyerek sınavı tekrar yapabilir ya da doğru cevapları görmek için “Doğru Yanıtlar” penceresine bakabilir.



Şekil 3.77. Doğrultucular Test Sayfasının sonuç hali

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada yeni bir konu olan güç elektroniği dersinin programlı şekilde öğrenilmesi için web sitesi tasarlanmıştır. Bu web sitesinde üç ana başlık altında 14 tane konu ele alınmıştır. Her konu için bir tane teori sayfası bir tane deney sayfası ve bir tane de benzetim sayfası hazırlanmıştır. Her ana konunun sonuna geri bildirim alabilmek için test sayfaları konmuştur. Bu site sayesinde güç elektroniği dersi web üzerinden öğrenciye verilmeye çalışılmıştır.

Web sayfasında yer alan benzetim sayfaları tez çalışmasının önemli kısmını, oluşturmaktadır. Buradaki tüm devrelerin üzerindeki elemanların akım ve gerilim grafikleri kullanıcının internet üzerinden gireceği değerlere göre eşzamanlı olarak çizdirilebilmektedir. Bununla birlikte aynı devre şekli üzerinde gerçeğine uygun şekilde akımın geçiş yolları görülebilmektedir. Öğrenci deney sayfalarında verilen maddeleri, benzetim programlarını kullanarak yaptığı takdirde güç elektroniği devreleri hakkında iyi derecede bilgi birikimine sahip olabilecektir. Aynı zamanda unuttuğu veya anlamadığı bir nokta olduğu zaman tekrar aynı web sayfasını açarak dersi tekrar edebilecek ve forum ya da mail yollarından biriyle öğreticiden yardım alabilecektir.

Bu bahsedilen özellikleri sayesinde güç elektroniği dersi internetin araç gibi kullanılmasıyla web üzerinden öğrencilere aktarılması sayesinde zaman, mekân, laboratuvar eksikliği gibi sorunlar azaltılmış ve çok ucuz bir hale gelmiş olacaktır. Normal eğitimde güç elektroniği dersinin laboratuvarında orta veya yüksek gerilim kullanıldığı için iş kazaları sayısı oldukça fazlaydı. Bu metod sayesinde bu riskte sıfıra inmiştir.

Normal bir laboratuvar dersinde öğrencilerin hepsi aynı anda deneyleri yapmak ve bitirmek zorunda idi oysaki her öğrenci aynı zamanda öğrenemeyeceği için bu sıkıntı yaratmakta idi. Yeni sistem sayesinde öğrenci tüm konuları kendi öğrenme hızına göre işleyebileceği için, eğitimin bireysellik ilkesi de oluşmuş olacaktır.

Web sayfalarında konular tamamen görsel olduğundan bilgilerin öğrencinin aklında kalması daha kolay olacak ve daha zor unutulacaktır.

Bu avantajları yanında sistemin dezavantajları da vardır. Öğrenci merkezli bir sistem olması sebebi ile öğrencinin tembellik etmesi veya ders sırasına uymaması gibi sorunlar olabilir. Konular menüde sıralanırken basitten zora doğru sıralanmıştır. Eğer öğrenci bu sıraya uymaz ise etkin bir eğitim oluşmamaktadır. Aynı zamanda öğrenci testi yaparken dürüst davranmayabilir buda öğrenciye doğru geri bildirim oluşmamasına neden olur. Bu gibi sorunlardan dolayı web üzerinden eğitim yöntemi soru işaretlerine sahiptir. Fakat zamanla bu soru işaretleri de giderilebilir. Hatta sanal sınıflar gibi sanal laboratuvarlar oluşturulabilir. Örneğin öğrenci gazi üniversitesi elektrik eğitimi bölümünün elektrik makineleri laboratuvarına internetten bağlanarak istediği makine üzerinde istediği deneyleri gerçekleştirebilir makinelerin yüklerini değiştirebilir veya deney değerleri ile grafiklerini alabilir. Bunların hepsi gerekli donanım ve altyapı oluştuğça gerçekleşecektir.

KAYNAKLAR

1. İnternet: Banu BULURMAN, [http://www.isguc.org/arc_view.php?ex=56\(2002\)](http://www.isguc.org/arc_view.php?ex=56(2002))
2. Cebeci, Z., “Türkiye’de e-öğrenim sunum notları”, *Akademik Bilişim Konferansı’04*, Trabzon, (2004)
3. İnternet: Zeynel CEBECİ, <http://cebeciz.cu.edu.tr/content/bilisim/makaleler.asp>
4. Aslantürk, O., “Bir web tabanlı uzaktan eğitim yönetim sisteminin tasarlanması ve gerçekleştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 12–77 (2002)
5. İnternet:AhmetAKIN,http://www.godoro.com/Divisions/Ehil/Mecmua/Magazines/Articles/txt/html/article_WhatIsJavaAndHowRun.html
6. İnternet: Semih ÇETİNKAYA, <http://inet-tr.org.tr/inetconf8/bildiri/25.pdf>
7. Mohan, N., Undeland, T. M., Robbins, W. P., “Güç Elektroniği, Çeviriciler, Uygulamalar ve Tasarım” , Tuncay, N., Gökaşan, M., Boğosyan, S., *Literatür Yayıncılık*, İstanbul, 1-267 (2003).
8. Sönmez, Y., “Güç elektroniği devreleri eğitim seti”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1–192 (2004)
9. Kassakian, J.G, Schlect, M.F., Verghese, G.C, “Principles of Power Electronics” *Addison-Wesley*, U.S.A, 11-193 (1991).
10. Coşkun, İ., “Doğru Akım Devreleri ve Teoremleri”, *Utku Yayıncılık*, Ankara, 191-281 (1997).
11. Çoban, T. M., “Java 2 Programlama Kılavuzu”, *Alfa Kitabevi*, İstanbul, 1-588 (2000)
12. Grup Java, “Başlangıç, ileri java kullanım kılavuzu profesyonel sürüm”, *Beta Yayınevi*, İstanbul 1–336 (2002)
13. Schildt , H., “Java 2:The Complete Reference, 5th Edition”, Çeviri Editörü, *Selçuk Tüzel*, *Alfa yayıncılık* , 539-559 (2003).

ÖZGEÇMİŞ

Osman ÖZKARACA, Aralık 1979 yılında Aydın'da doğdu. 1998 yılında Aydın Anadolu Teknik Lisesi elektrik bölümünden mezun oldu. 1998 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümüne girmeye hak kazandı. 2002 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümünden mezun oldu. 2003 yılında Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.