

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR TEMEL ELEKTRONİK DENEY SETİNİN
TASARIMI VE İMALİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bülent KOBAK

Enstitü Anabilim Dalı : Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Abdullah FERİKOĞLU

Eylül 2006

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR TEMEL ELEKTRONİK DENEY SETİNİN
TASARIMI VE İMALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bülent KOBAK

Enstitü Anabilim Dalı : Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi

Bu tez/..../2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

.....
Jüri Başkanı

.....
Üye

.....
Üye

TEŞEKKÜR

Bu tezi hazırlamamda yardımını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Abdullah FERİKOĞLU'na, Proteus ISIS ve ARES kullanımını öğrenmem için çaba gösteren değerli meslektaşlarım Mustafa ALP ve Kürşat SELİCİOĞLU'na ve çalışmalarım esnasında sürekli destek olan sevgili eşime sonsuz teşekkürlerimi arz ederim.

Mayıs 2006
Bülent KOBAK

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
DENEY SETİ TASARIMI.....	2
2.1. Özellikleri.....	2
2.1.1 Multimetre.....	2
2.1.2. Osiloskop.....	3
2.1.3. Fonksiyon (sinyal) jeneratörü.....	4
2.1.4. Güç kaynağı.....	5
2.1.5. Fişli deney kabloları (test lead).....	5
BÖLÜM 3.	
DENEYLER VE MODÜLLERİ (KARTLAR).....	6
3.1. Diyotların Düz ve Ters Polarma Akım Karakteristikleri.....	6
3.2. Zener Diyotların Düz ve Ters Polarma Akım Karakteristikleri.....	7
3.3. Transistörün Dört Bölge Karakteristiği.....	8
3.3.1. Transistörün 1. bölge karakteristiği.....	9

3.3.2. Transistörün II. bölge karakteristiği.....	10
3.3.3. Transistörün III. bölge karakteristiği.....	10
3.3.4. Transistörün IV. bölge karakteristiği.....	11
3.4. Doğrultma Devreleri.....	11
3.4.1. Yarım dalga doğrultma.....	11
3.4.2. Tam dalga doğrultma (orta uçlu).....	12
3.4.3. Köprü tipi tam dalga doğrultma.....	13
3.5. Filtre Devreleri.....	15
3.5.1. Kondansatörlü filtre devresi.....	16
3.5.2. Bobinli filtre devresi.....	18
3.6. Regülatör Devreleri.....	20
3.6.1 Zener diyotlu regülatör.....	20
3.6.2. Seri regülatör.....	23
3.6.3. Paralel regülatör.....	25
3.6.4. Entegreli (78xx, 79xx) regülatör.....	26
3.7. Gerilim Katlayıcı Devreleri.....	29
3.7.1. Gerilim ikileyici.....	29
3.7.2. Gerilim üçleyici.....	31
3.8. Yükselteç Devreleri.....	32
3.8.1. Emiteri şase yükselteç.....	33
3.8.2. Beyzi şase yükselteç.....	35
3.8.3. Kollektörü şase yükselteç.....	37
3.8.4. A sınıfı yükselteç.....	38
3.8.5. B sınıfı yükselteç.....	40
3.8.6. AB sınıfı yükselteç.....	42
3.8.7. C sınıfı yükselteç.....	44
BÖLÜM 4.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	46
KAYNAKLAR.....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	49

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AC	: Alternatif akım
DC	: Doğru akım
I	: Akım
R	: Direnç
C	: Kondansatör
P	: Potansiyometre
L	: Bobin
T	: Transistör
D	: Diyot
A	: Amper
V	: Volt
Ω	: Ohm
F	: Farad
mm	: Milimetre
Hz	: Hertz
Vp-p	: Volt, tepe-tepe değeri
°C	: Santigrad derece
Max	: Maksimum

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Deneysel seti.....	2
Şekil 2.2. Multimetre.....	3
Şekil 2.3. Osiloskop.....	4
Şekil 2.4. Fonksiyon (sinyal) jeneratörü.....	5
Şekil 3.1. Doğru polarlama deneyi devresi (Dinler ve Candan 1994) (a), ters polarlama devresi deneyi (Dinler ve Candan 1994) (b).....	6
Şekil 3.2. Diyotların akım karakteristiği deney modülü baskı devresi.....	7
Şekil 3.3. Zener diyodun doğru yön karakteristiği (Dinler ve Candan 1994) (a), zener diyodun ters yön karakteristiği (Dinler ve Candan 1994) (b).....	7
Şekil 3.4. Zener diyotların akım karakteristiği deney modülü baskı devresi.....	8
Şekil 3.5. Transistörün dört bölge karakteristiğini çıkarmak için gerekli devre şeması (Dinler ve Candan 1994).....	9
Şekil 3.6. Transistörün dört bölge karakteristiği deney modülü baskı devresi.....	10
Şekil 3.7. Yarım dalga doğrultma devresi (Öztürk ve Yarcı 1993).....	12
Şekil 3.8. Yarım dalga doğrultma devresi giriş gerilimi (a), çıkış gerilimi (b).....	12
Şekil 3.9. Tam dalga doğrultma (orta uçlu) devresi (Öztürk ve Yarcı 1993).....	13
Şekil 3.10. Orta uçlu tam dalga doğrultma devresi giriş gerilimi (a), çıkış gerilimi (b).....	13
Şekil 3.11. Doğrultma devreleri deney modülü baskı devresi.....	14
Şekil 3.12. Köprü tipi doğrultma devresi (Öztürk ve Yarcı 1993).....	14
Şekil 3.13. Köprü tipi tam dalga doğrultma devresi giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b).....	15
Şekil 3.14. Doğrultma devresine filtre devresinin eklenmesi.....	16
Şekil 3.15. Filtre edilmemiş tam dalga DC gerilim sinyali (a), 10 μ F kondansatör ile filtre edilmiş tam dalga DC gerilim sinyali (b), 47 μ F kondansatör ile tam dalga DC gerilim sinyali (c), 100 μ F kondansatör ile filtre edilmiş tam dalga DC gerilim sinyali (d).	17

Şekil 3.16. Kondansatörlü filtre devreleri deney modülü baskı devresi.....	17
Şekil 3.17. Bobinli filtre devresi.....	18
Şekil 3.18. Bobinli filtre devresinde, bobinden önce (a) ve bobinden sonra (b) filtre edilmiş DC gerilim sinyallerinin osiloskopta görüntüsü.....	19
Şekil 3.19. Bobinli filtre devreleri deney modülü baskı devresi.....	19
Şekil 3.20. Zener diyotlu regülatör devresi.....	21
Şekil 3.21. Filtre edilmiş tam dalga DC gerilim sinyali (a), regüle edilmiş tam dalga DC gerilim sinyali (b).....	22
Şekil 3.22. Regülatör devreleri deney modülü baskı devresi.....	23
Şekil 3.23. Seri regülatör devresi.....	24
Şekil 3.24. Yük direnci büyük değerli iken seri regülatör çıkış gerilimi (a), yük direnci küçük değerli iken seri regülatör çıkış gerilimi (b).....	25
Şekil 3.25. Paralel regülatör devresi.....	25
Şekil 3.26. Yük direnci büyük değerli iken paralel regülatör çıkış gerilimi (a), yük direnci küçük değerli iken paralel regülatör çıkış gerilimi (b).....	26
Şekil 3.27. 7805 pozitif gerilim regülatör entegresi ile regülatör devresi....	27
Şekil 3.28. Yük değeri büyük iken 7805 pozitif gerilim regülatör entegre devresi ile elde edilen osiloskop görüntüsü (a), yük değeri küçük iken 7805 pozitif gerilim regülatör entegre devresi ile elde edilen osiloskop görüntüsü (b).....	27
Şekil 3.29. 7905 negatif gerilim regülatör entegresi ile regülatör devresi...	28
Şekil 3.30. Yük değeri büyük iken 7905 negatif gerilim regülatör entegre devresi ile elde edilen osiloskop görüntüsü (a), yük değeri küçük iken 7905 negatif gerilim regülatör entegre devresi ile elde edilen osiloskop görüntüsü.....	28
Şekil 3.31. Entegreli (7805 ve 7905) regülatör deney modülü baskı devresi.....	29
Şekil 3.32. Gerilim ikileyici devresi.....	30
Şekil 3.33. Gerilim katlayıcı devreleri deney modülü baskı devresi.....	30
Şekil 3.34. Gerilim ikileyici devresi giriş gerilimi (a), çıkış gerilimi (b)....	31
Şekil 3.35. Gerilim üçleyici devresi.....	31
Şekil 3.36. Gerilim üçleyici devresi giriş gerilimi (a), çıkış gerilimi (b).....	32
Şekil 3.37. Emiteri şase yükselteç devresi (Dinler ve Candan 1994).....	33
Şekil 3.38. Emiteri şase yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b).....	34

Şekil 3.39. Emiteri şase yükselteç devresi deney modülü baskı devresi.....	34
Şekil 3.40. Beyzi şase yükselteç devresi (Dinler ve Candan 1994).....	35
Şekil 3.41. Beyzi şase yükselteç giriş sinyali (a) çıkış sinyali (b).....	36
Şekil 3.42. Beyzi ve kollektörü ortak yükselteç deney modülü baskı devresi.....	36
Şekil 3.43. Kollektörü şase yükselteç devresi (Dinler ve Candan1994).....	37
Şekil 3.44. Kollektörü şase yükseltecin sinyal girişi (a), sinyal çıkışı (b)...	38
Şekil 3.45. A sınıfı yükselteç devresi (Dinler ve Candan 1994).....	38
Şekil 3.46. A sınıfı yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b).....	39
Şekil 3.47. A ve AB sınıfı yükselteç deney modülü baskı devresi.....	39
Şekil 3.48. B sınıfı yükselteç devresi.....	40
Şekil 3.49. B sınıfı push-pull yükselteç devresi (Öztürk ve Yarcı 1993).....	41
Şekil 3.50. B sınıfı yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b).....	41
Şekil 3.51. B sınıfı push-pull çalışan yükselteç giriş sinyali(a), çıkış sinyali (b).....	42
Şekil 3.52. B ve C sınıfı yükselteç deney modülü baskı devresi.....	42
Şekil 3.53. AB sınıfı yükselteç devresi (Dinler ve Candan 1994).....	43
Şekil 3.54. AB sınıfı yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b).....	43
Şekil 3.55. C sınıfı yükselteç devresi (Dinler ve Candan 1994).....	44
Şekil 3.56. C sınıfı çalışan yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b).....	45

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Transistörün V_{CE} - I_C karakteristiği değerlerinin kaydedileceği örnek tablo.....	9
---	---

ÖZET

Anahtar kelimeler: Elektronik deneyleri, deney seti, deney modülü.

Elektronik derslerinde gösterilen konuların daha iyi anlaşılması ve pekiştirilmesi için anlatılan konuların deneyleri yapılmalıdır. Deneylerin daha hızlı, daha çabuk, daha anlaşılır şekilde yapılabilmesi için güncellenebilir ve verimli bir deney setine ihtiyaç olduğu açıktır.

Yaptığımız araştırmalarda piyasada çok çeşitli elektronik deney seti bulunduğu görülmüştür. Bu çalışmada diğerlerinden farklı olarak, konuların daha iyi anlaşılabilmesi için devreleri kolaylıkla takip edilebilen; devre elemanları arıza yaptığında lehimleme derdi olmadan değiştirilebilen (sök, tak ve çalıştır mantığıyla); müfredat konuları değiştiğinde veya geliştiğinde yeni modüller eklenerek güncellenebilen, ölçü alet ve cihazlarını üzerinde bulunduran bir deney seti tasarlandı.

Bu çalışma temel elektronik konularını kapsamakta olup 23 adet temel elektronik deneyi yapılabilmektedir. Bu deneyleri içine alan 13 adet modül tasarlanmıştır. Bu sayılar yapılmak istenen deneylere göre daha da arttırılabilir.

Yapılacak deneylerin çizim ve analizi Proteus ISIS Professional Release 6.7 SP3 Advanced Simulation programı ile yapılmış; deney modülleri ise Proteus ARES Professional Release 6.7 SP3 level 3 programı ile hazırlanmıştır.

İlk bölümde bu çalışmanın niçin yapıldığı ve amaçları anlatılmıştır. İkinci bölümde tasarlanan deney setinde ne tür ölçü aletleri bulunacağı ve bunların özelliklerine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise yapılacak deneyler, bunların devre şemaları ve bunlar için tasarlanan modüllerle ilgili bilgiler verilmiştir.

DESIGN AND PRODUCTION OF A BASIC ELECTRONIC EXPERIMENT SET

SUMMARY

Key words: Electronic experiments, experiment set, experiment module

In order for the subject matter explained in electronic classes to be understood more clearly and be reinforced, experiments of those subjects must be made. It is evident that there is a need for an experiment set which is effective and which can be updated for the experiments to be made more quickly and more clearly.

In the investigations we made it has been seen that there is a variety of electronic experiment sets on the market. In this study different from those in the market, an experiment set whose circuits can be followed easily, which can be changed without the problem of soldering (with the logic: dismantle, attach and run), which can be updated by adding new modules when curriculum subjects have changed or developed and which has all the tools and implements on it has been devised.

This study includes basic electronic subjects and has 23 experiments. 13 experiment modules have been devised that encompass these experiments. These numbers can be increased according to the experiments planned to be made.

Drawings and analyses of the experiments to be made were devised by the program Proteus ISIS Professional Release 6.7 SP3 Advanced Simulation; and experiment modules were made ready with Proteus ARES Professional Release 6.7 SP3 level 3.

In the first part, the reasons for making the experiment and its aims are mentioned. In the second part what kinds of measuring tools will be present in the experiment set are given and their features are explained. In the third part, the experiments to be made, circuit schemes of these experiments and information for the modules devised for these are given.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Teknoloji geliştikçe öğretilmek istenen konular artmakta, öğretim süresi ise aynı kalmaktadır. Dolayısıyla zamanı en iyi ve en verimli şekilde kullanarak, yeni teknolojileri de öğrencilere aktarmak gerekmektedir. Bu da eğitim materyallerinin verimli olması ve konuların çabuk anlaşılmasını sağlayacak şekilde olmasıyla aşılabilir.

Meslek liselerinde Elektrik, Elektronik ve benzeri bölümlerde Elektronik dersleri işlenirken, dersin daha iyi kavranması için eğitim, Atelye ve Laboratuvar dersleriyle desteklenmekte ve konuların daha iyi anlaşılması sağlanmaktadır. Atelye derslerinde anlatılan konuların uygulaması yaptırılırken, laboratuvar derslerinde ise uygulamaların deneyleri ve ölçümleri yapılmaktadır. Dolayısıyla laboratuvar dersleri uygulamadan ziyade hazır devrelerin analiz edilmesi amacını taşımaktadır.

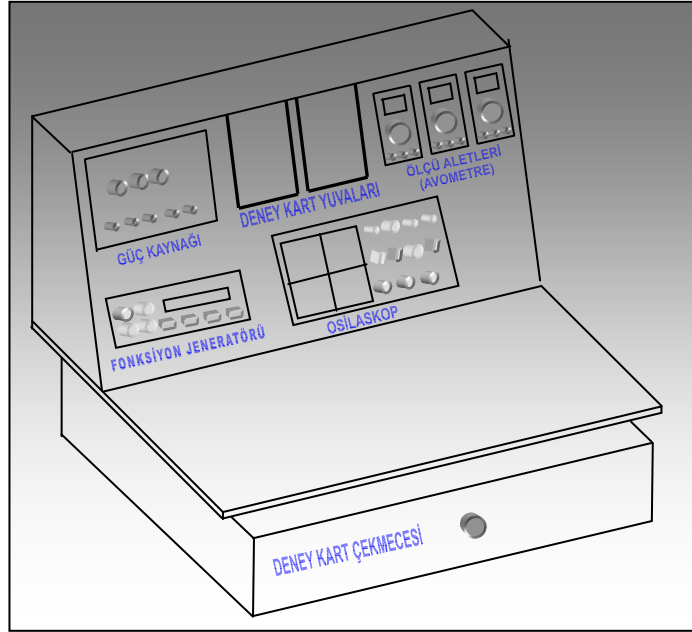
Laboratuvar derslerinde deneylerin amacına çabuk ulaşmak ve anlaşılabilirliği sağlamak için kullanılacak deney setlerinin de anlaşılır, geliştirilebilir ve işlevsel olması gerekmektedir. Günümüzde çok çeşitli deney setleri geliştirilmiş olup her birinin kendine özgü bazı özellikleri bulunmaktadır. Tasarımını yapacağımız deney setinin diğerlerinden farkı ise, deney yapılırken hem devre takibi yapılabilecek hem de kartlar üzerinde konular rahatlıkla anlatılabilecektir.

Bu çalışma temel elektronik deneylerini kapsamakta olup yapılacak deneyler, Milli Eğitim Bakanlığı'nın Endüstri Meslek Liseleri Elektrik ve Elektronik Bölümleri için hazırladığı Atelye ve Laboratuvar dersi müfredat programlarından alınmıştır. Temel Elektronik konularını içine alan 23 deney bulunmakta olup, bu sayı istendiğinde dijital elektronik konularını da içine alacak şekilde genişletilebilir.

BÖLÜM 2. DENEY SETİ TASARIMI

2.1. Özellikleri

Deney setinde 23 çeşit deney yapılacak olup bu deneyler için ihtiyaç duyulan ölçü aletleri ve cihazlar yer almaktadır (Şekil 2.1). Bunlar üç adet multimetre, bir adet osilaskop, bir adet fonksiyon (sinyal) jeneratörü ve güç kaynağıdır.



Şekil 2.1. Tasarımı düşünülen deney seti

Her bir deney için kart (modül) tasarlanmış ve deneyler kartlar üzerine monte edilmiştir. Kartlar set üzerindeki yuvalara takılarak deneyler gerçekleştirilecektir.

2.1.1. Multimetre

Multimetre TT Technic Marka MY-68 model ölçü aletidir (Şekil 2.2). 11 ölçme kademesi bulunmakta olup, bunlar: AC Volt, DC Volt, Ohm, Diyot, Kondansatör (nF

ve μF), Frekans, Transistör ve AC-DC Akım (μA , mA ve A) kademeleridir. Üzerinde probalar için dört giriş bulunmakta olup A (10 A max.), mA-Cx (300 mA max. ve kondansatör ölçümü için), COM (ortak giriş ucu) ve V- Ω -Hz (gerilim, direnç ve frekans ölçümü için) dir.



Şekil 2.2. Multimetre

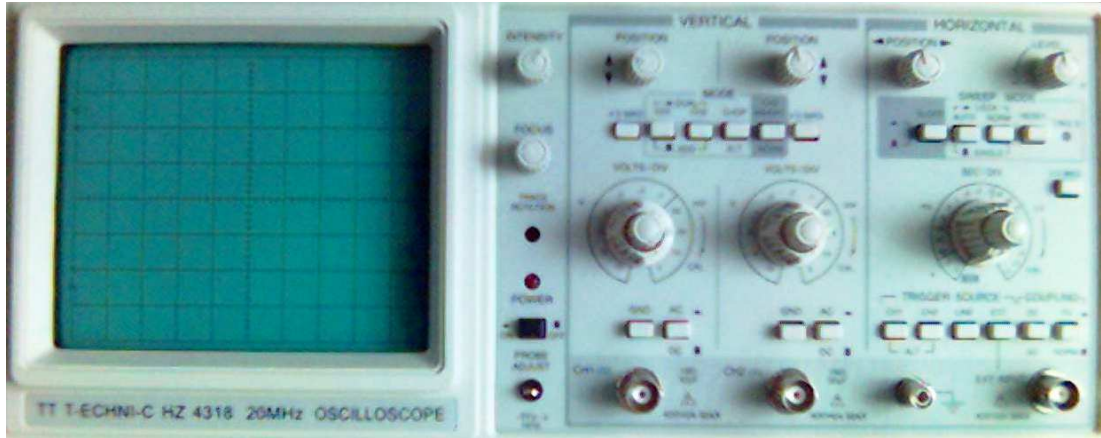
Multimetreler otomatik kademe geçişi (autorange) özelliğine sahip olup, deney esnasında akım ve gerilim değişimlerinde otomatik olarak bir üst kademeye geçerek multimetrenin sigortasının atmasına veya zarar görmesine engel olur. Ayrıca komütatör ayarı gerekmediğinden ölçümlerde kolaylık sağlar.

Multimetredeki rakamlar 8x20 mm büyüklüğünde olup, deney anında değerlerin kolayca görülebilmesini ve okunabilmesini sağlar.

2.1.2. Osiloskop

Osiloskop TT Technic marka HZ 4318 model, 20 MHz bant genişliğine sahip, iki kanal ölçüm yapabilen bir cihazdır (Şekil 2.3).

Osiloskopta sinyallerin ayarlanması ve ölçmenin yapılabilmesi için çeşitli ayar düğmeleri mevcuttur. Bunlar açma-kapama düğmesi (ON-OFF), parlaklık ayar düğmesi (INTENSITY), odak (netlik) ayar düğmesi (FOCUS), prob ayar düğmesi (Probe Adjust), her iki kanal için AC-DC seçim düğmesi (AC-DC), her bir kare için volt ayar düğmesi (VOLTS/DIV), her iki kanal için sinyal dikey kaydırma ayar



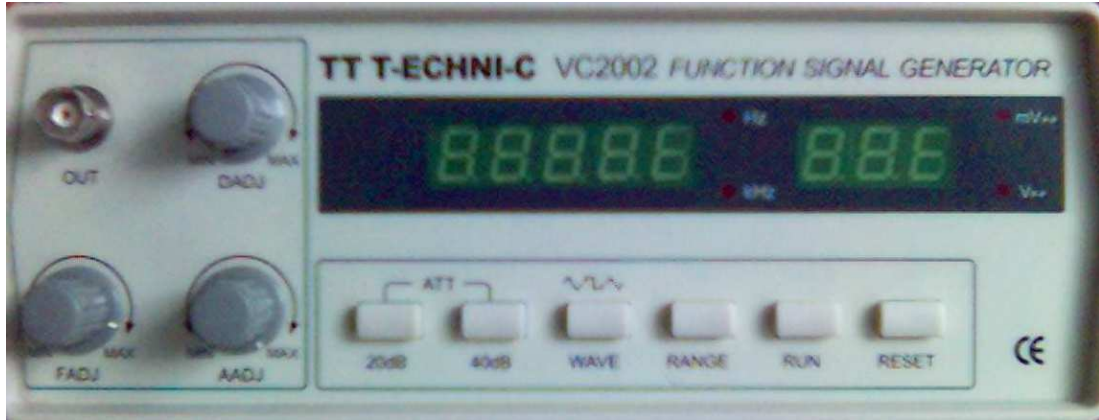
Şekil 2.3. Osiloskop

düğmeleri (VERTICAL POSITION), sinyali 5 kat büyütme düğmesi (X5 MAG), sinyal yatay kaydırma ayar düğmesi (HORIZONTAL POSITION), kanal seçim düğmesi (CH1-CH2), sinyalleri kırmak veya ikisini birlikte ya da sinyallerin toplamını görmek için seçim düğmeleri (CHOP, ALT, ADD), ikinci kanal için faz değiştirme düğmesi (CH2 INVERT), ölçülen sinyalin düşen alternansta mı yükselen alternansta mı görüleceğini seçme düğmesi (SLOPE) ve ölçülen sinyali sabit (hareketsiz) tutma düğmesidir (LEVEL).

Osiloskop ekranı 80x100 mm boyutunda olup, ekran her 10 mm'de bölünlenerek ölçmeyi kolaylaştırmak amacıyla kareler çizilmiştir. Ayrıca merkezde x ve y eksenleri oluşturularak bu eksenler 2'şer mm.lik aralıklarla bölünmüştür (Şekil 2.3)

2.1.3. Fonksiyon (sinyal) jeneratörü

Fonksiyon (sinyal) jeneratörü TT Technic marka VC2002 model bir sinyal üreticidir (Şekil 2.4). Çıkış frekansı 0,2 Hz ile 2 MHz arasındadır. Çıkış sinyal empedansı 50Ω, çıkış dalga formu sinüs dalga, kare dalga ve üçgen dalgadır. Çıkış frekansının genliği değiştirilerek çeşitli dalga formları elde edilebilir. Çıkış sinyal gerilim değeri 20 mVp-p ile 20 Vp-p arasındadır. Cihazın çalışma hatası %0,5 ten küçük olup, çalışma ortam sıcaklığı 0 ~ 40°C'dir.



Şekil 2.4. Fonksiyon (Sinyal) Jeneratörü

Fonksiyon (sinyal) jeneratörü üzerinde DADJ (çalışma zaman ayarı), FADJ (ince frekans ayarı), AADJ (genlik ayarı), ATT 20 dB (20 dB çıkış zayıflatma ayarı), ATT 40 dB (40 dB çıkış zayıflatma ayarı), WAVE (sinüs dalgası, kare dalga veya üçgen dalga seçimi), RANGE (7 kademeli frekans aralığı seçimi), RUN (tüm ayarlar yapıldıktan sonra çalıştırma), RESET (yanlış bir işlem yapıldığında veya hata oluştuğunda başa dönme) düğmeleri bulunmaktadır.

2.1.4. Güç kaynağı

Deney setinde, deneylerin yapımı için gerekli olan enerjiyi sağlayacak bir güç kaynağı bulunmaktadır. +5 V, -5 V; +12 V, -12 V simetrik besleme, 0–40 V ayarlı DC gerilim ile 6 V ve 12 V'luk AC gerilim bulunmaktadır.

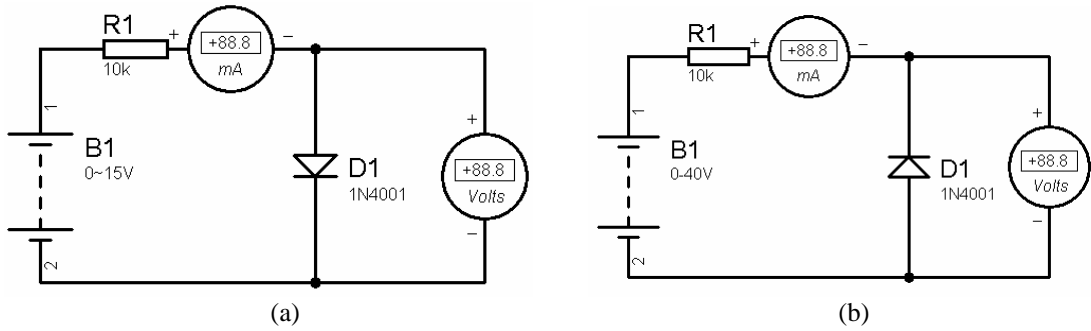
2.1.5. Fişli deney kabloları (test lead)

Deney setimizde kullanılacak kablolar fişli olup 300 mm, 450 mm ve 600 mm boylarındadır. Her boyda dört renk mevcut olup renkler siyah, beyaz, kırmızı ve yeşildir. Fişler 2 mm çapında, uçları yaylı ve geçiş direncini azaltmak amacıyla altın kaplıdır. Çalışma gerilimleri 50 V ve çalışma akımları 10 A'dır.

BÖLÜM 3. DENEYLER VE MODÜLLERİ (KARTLAR)

3.1. Diyotların Düz ve Ters Polarma Akım Karakteristikleri

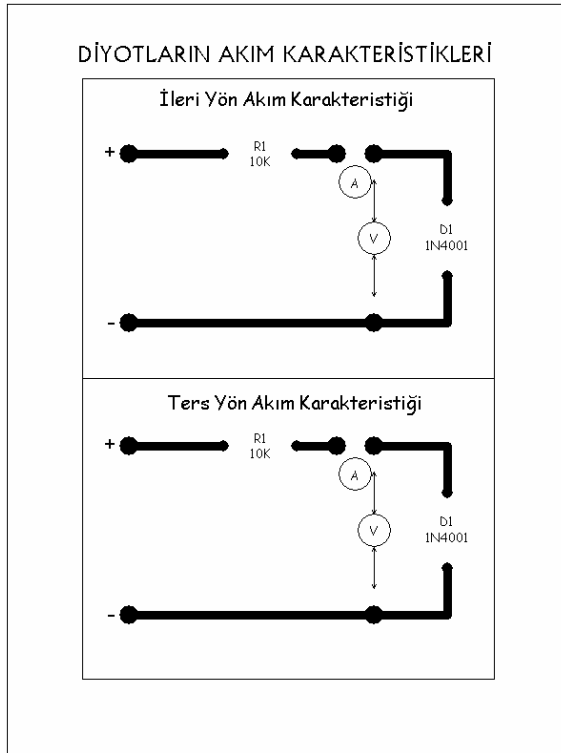
Bu deneyin amacı, diyodun ters ve doğru polarma deneyini yaparak, karakteristik eğrisini çıkarmaktır.[1] Bunun için Şekil 3.1a ve Şekil 3.1b'deki bağlantıyı içeren Şekil 3.2'deki modül kullanılır.



Şekil 3.1. Doğru polarma deneyi devresi (Dinler ve Candan 1994) (a), ters polarma devresi deneyi (Dinler ve Candan 1994) (b)

Doğru yön karakteristiği için Şekil 3.2'deki modülün ileri yön akım karakteristiği kısmı kullanılır. Bu deneyin yapımında 0–15 V ayarlı DC gerilim modül girişine bağlanır. Gerilim 0 V'tan başlayarak, devreden geçen akım 15 mA oluncaya kadar, 15 V'a kadar kademe kademe arttırılır. Bu esnada ampermetre ve voltmetreden okunan değerler bir tabloya kaydedilerek, gerilim x, akım y ekseninde olmak üzere doğru yön karakteristiğinin grafiği çizilir.[1]

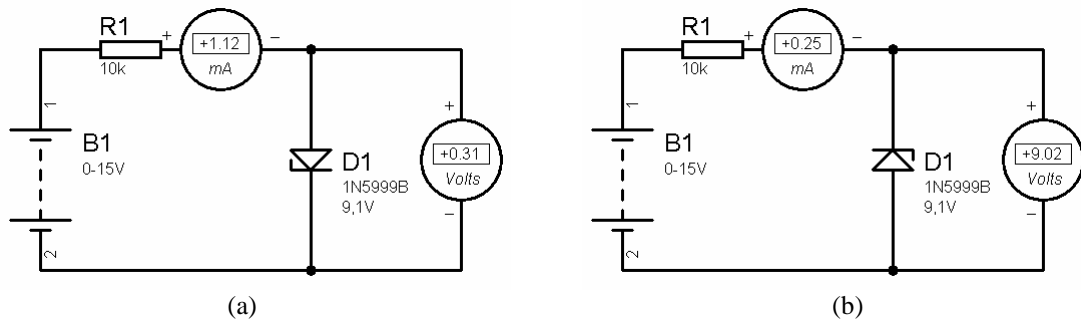
Ters yön karakteristiği için Şekil 3.2'deki modülün ilgili kısmı kullanılır. 0–40 V ayarlı DC gerilim modül girişine bağlanır. Gerilim 0 V'tan başlayarak 40 V oluncaya kadar kademe kademe arttırılarak, ampermetre ve voltmetreden okunan değerler bir tabloya kaydedilir. Gerilim x, akım y ekseninde olmak üzere ters yön karakteristiğinin grafiği çizilir.[1]



Şekil 3.2. Diyotların akım karakteristiği deney modülü baskı devresi

3.2. Zener Diyotların Düz ve Ters Polarma Akım Karakteristikleri

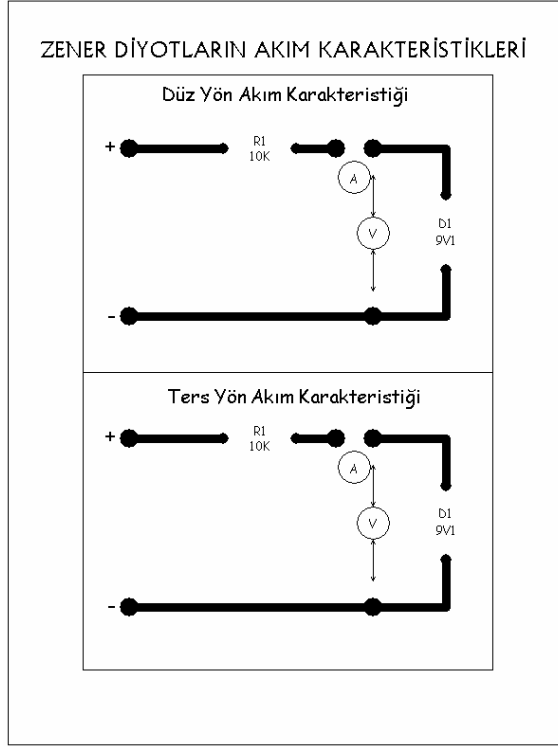
Deneyin amacı zener diyodun doğru ve ters polarma deneyini yaparak karakteristik eğrisini çizmektir.[1] Bunun için Şekil 3.3a ve Şekil 3.3b deki bağlantıyı içine alan Şekil 3.4'teki deney modülü kullanılır.



Şekil 3.3. Zener diyodun doğru yön karakteristiği devresi (Dinler ve Candan 1994) (a), zener diyodun ters yön karakteristiği devresi (Dinler ve Candan 1994) (b)

Doğru yön karakteristiği için Şekil 3.4'teki modülün ilgili kısmı kullanılır. Bu deneyin yapımında 0–15 V ayarlı DC gerilim modül girişine bağlanır. Gerilim

0 V'tan başlayarak, devreden geçen akım 15 mA oluncaya kadar, 15 V'a kadar kademe kademe artırılır. Bu esnada ampermetre ve voltmetreden okunan değerler bir tabloya kaydedilerek, gerilim x, akım y ekseninde olmak üzere doğru yön karakteristiğinin grafiği çizilir.[1]



Şekil 3.4. Zener diyotların akım karakteristiği deney modülü baskı devresi

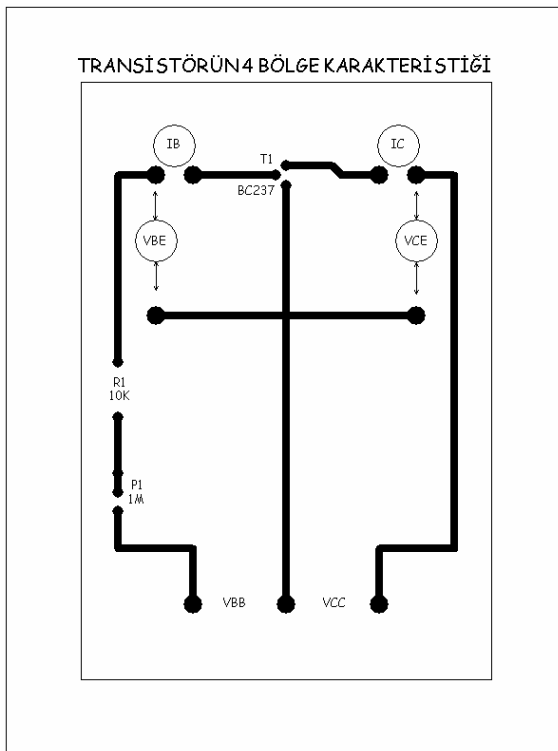
Ters yön karakteristiği için Şekil 3.4'deki modülün alt kısmı kullanılır. 0–15 V ayarlı DC gerilim modül girişine bağlanır. Gerilim 0 V'tan başlayarak 15 V oluncaya kadar kademe kademe artırılarak, ampermetre ve voltmetreden okunan değerler bir tabloya kaydedilir. Gerilim x, akım y ekseninde olmak üzere ters yön karakteristiğinin grafiği çizilir.[1]

3.3. Transistörün Dört Bölge Karakteristiği

Bu deneylerin yapımında Şekil 3.5'teki deney şemasını içeren Şekil 3.6'daki modül kullanılır.

3.3.2. Transistörün II. bölge karakteristiği

Bu deney yapılırken Şekil 3.5'teki P1 potansiyometresi en büyük değerinde iken, V_{BB} güç kaynağı 12 V'a, V_{CC} güç kaynağı da $V_{CE}=5$ V'u gösterecek şekilde ayarlanır ve V_{CE} bu değerinde sabit tutulur. P1 potansiyometresi yardımıyla I_B akımı 0 dan itibaren 20 μ A aralıklarla 200 μ A'e kadar artırılır. Her I_B artışında I_C değeri de okunarak bir tabloya kaydedilir. I_B akımı -x, I_C akımı y ekseninde gösterilerek II. bölge karakteristik eğrisi çizilir.[1]



Şekil 3.6. Transistörün dört bölge karakteristiği deney modülü baskı devresi

3.3.3. Transistörün III. bölge karakteristiği

Bu deney için transistörün II. bölge karakteristiğinde olduğu gibi Şekil 3.5'teki P1 potansiyometresi en büyük değerine getirilerek, V_{BB} güç kaynağı 12 V'a, V_{CC} güç kaynağı da $V_{CE} = 5$ V'u gösterecek şekilde ayarlanır ve V_{CE} bu değerinde sabit tutulur. P1 potansiyometresi ayarlanarak, I_B akımı 0'dan itibaren 10 μ A aralıklarla artırılarak 150 μ A'e kadar çıkarılır. Her I_B artışında V_{CE} gerilim değeri de okunarak bir tabloya

kaydedilir. I_B akımı $-x$, V_{BE} gerilimi de $-y$ ekseninde gösterilerek III. bölge karakteristik eğrisi çizilir.[1]

3.3.4. Transistörün IV. bölge karakteristiği

Şekil 3.5'teki devrede V_{BB} gerilim kaynağı 12 V'a ayarlanır. P1 potansiyometresi yardımıyla da I_B akımı 0 μA yapılır. V_{CC} gerilimi de 0'dan başlanarak 2V aralıklarla 14 V'a kadar artırılarak, her artışta V_{BE} ve V_{CE} gerilimleri voltmetrelerden okunarak bir tabloya kaydedilir. V_{CE} gerilimi x , V_{BE} gerilimi de $-y$ ekseninde gösterilerek IV. bölge karakteristik eğrisi çizilir.[1]

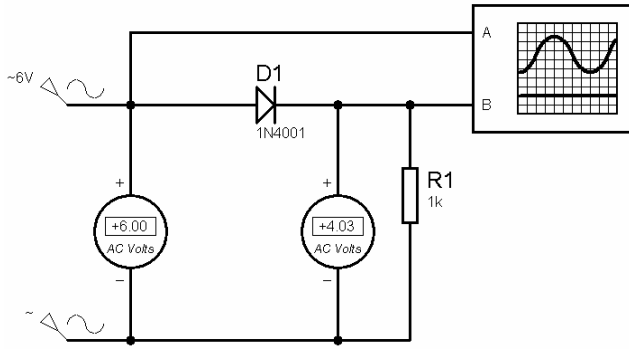
3.4. Doğrultma Devreleri

Alternatif akımı doğru akıma çeviren cihazların tamamına doğrultma devresi, redresör, adaptör veya güç kaynağı denir. Doğrultma devresinde yarı iletken devre elemanları diyotlar kullanılır.[3]

Bu deneyin amacı doğrultma devrelerinin yapısını kavramak ve doğrultma devrelerinin çalışmasını anlamaktır.[1]

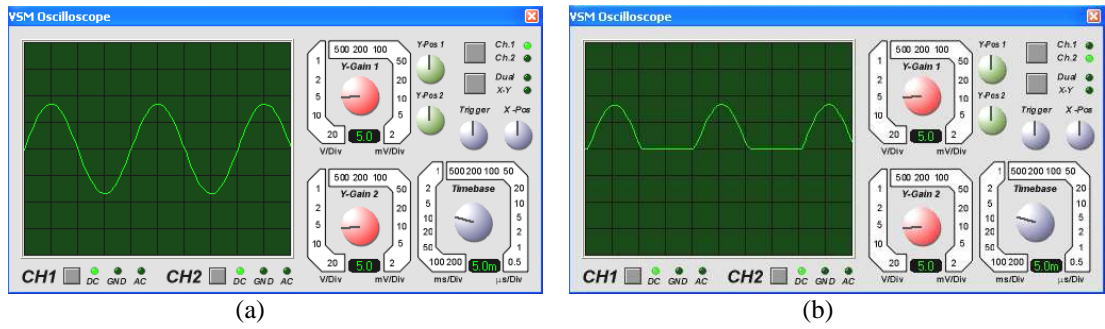
3.4.1. Yarım dalga doğrultma

Alternatif akımın sadece pozitif alternansını çıkışa veren, negatif alternansını ise geçirmeyen doğrultma devresine pozitif çıkışlı yarım dalga doğrultma devresi denir.[2] Bu deneyin yapılışında Şekil 3.11'deki modülün yarım dalga doğrultma devresini içeren kısmı kullanılır. Deney setinde osiloskop ve diğer ölçü aletleri modüle bağlanarak gerekli ölçmeler yapılır. Şekil 3.7'deki osiloskobun A ucu AC gerilimi, B ucu da yarım dalga doğrultulmuş DC gerilimi gösterecek şekilde bağlanmıştır.



Şekil 3.7. Yarım dalga doğrultma devresi (Öztürk ve Yarcı 1993)

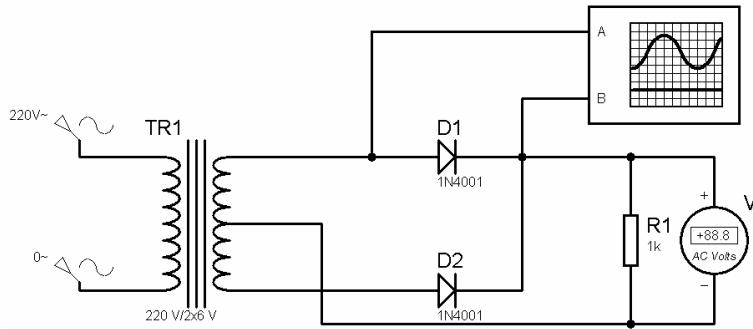
Yarım dalga doğrultma devresinin Proteus Isiste yapılan simülasyonundan elde edilen osiloskop görüntüleri Şekil 3.8'de görülmektedir.



Şekil 3.8. Yarım dalga doğrultma devresi giriş gerilimi (a), çıkış gerilimi (b)

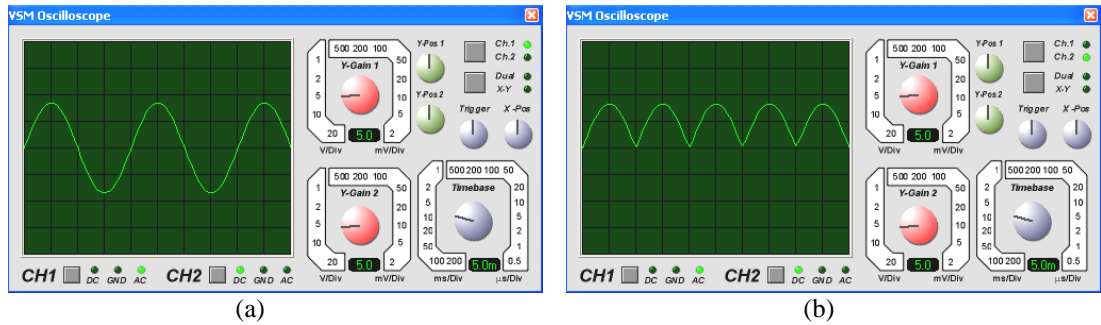
3.4.2. Tam dalga doğrultma (orta uçlu)

Alternatif akımın her iki alternansını da, yük direnci üzerinden aynı yönde geçiren doğrultma çeşididir.[1] Bu devrede transformatörün sekonder sargısı üç uçludur. Üst ve alt uçlara bağlanan diyotlardan geçen pozitif alternanslar orta uçtan geçerek devresini tamamlarlar. Dolayısıyla üst ve alt uçlar doğrultma devresinin (+) ucunu meydana getirirken, orta uç da (-) ucu meydana getirir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Tam dalga doğrultma (orta uçlu) devresi (Öztürk ve Yarcı 1993)

Tam dalga doğrultma devresinin Proteus Isiste yapılan simülasyonundan elde edilen osiloskop görüntüleri Şekil 3.10'da görülmektedir.

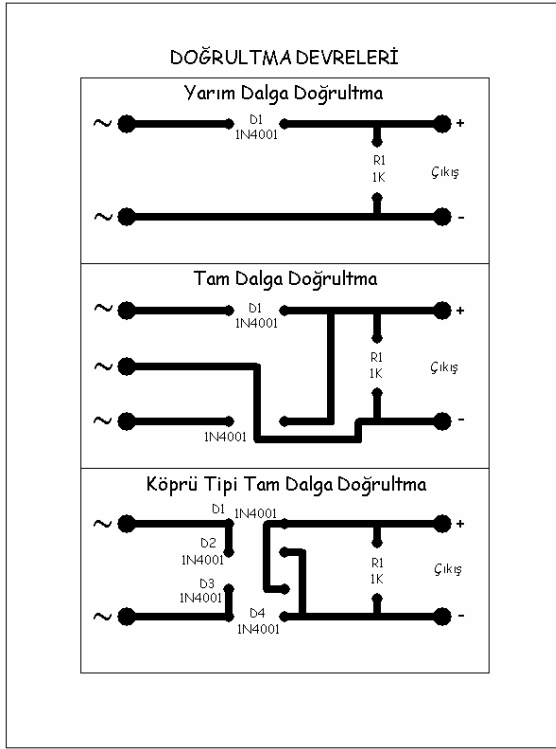


Şekil 3.10. Orta uçlu tam dalga doğrultma devresi giriş gerilimi (a), çıkış gerilimi (b)

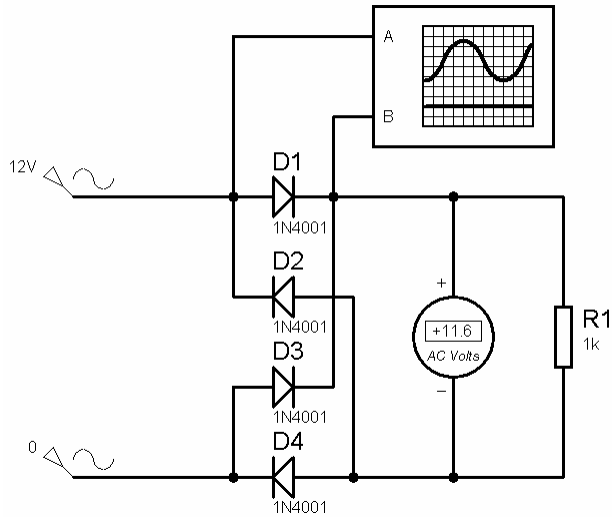
Bu deney için de Şekil 3.11'deki modülün ilgili kısmı kullanılır. Ölçü aletleri ve osiloskop, modülde ilgili yerlere bağlanarak, gerekli ölçümler yapılır. Şekil 3.9'daki osiloskobun A ucu AC gerilim, B ucu da tam dalga doğrultulmuş DC gerilimi gösterecek şekilde bağlanmıştır.

3.4.3. Köprü tipi tam dalga doğrultma

Transformatörün her iki ucundan gelen alternansları yönlendirerek, yük direncinden sürekli aynı yönde akımın geçmesini sağlayan doğrultma tipidir. Şekil 3.12'de transformatörün üst ucundan gelen akımın (+) alternansı D1-R1-D4 üzerinden devresini tamamlarken, yine üst uçtan gelen (-) alternans ise D2-R1-D3 üzerinden devresini tamamlar. Dolayısıyla AA'nın her iki alternansı da değerlendirilmiş olur.



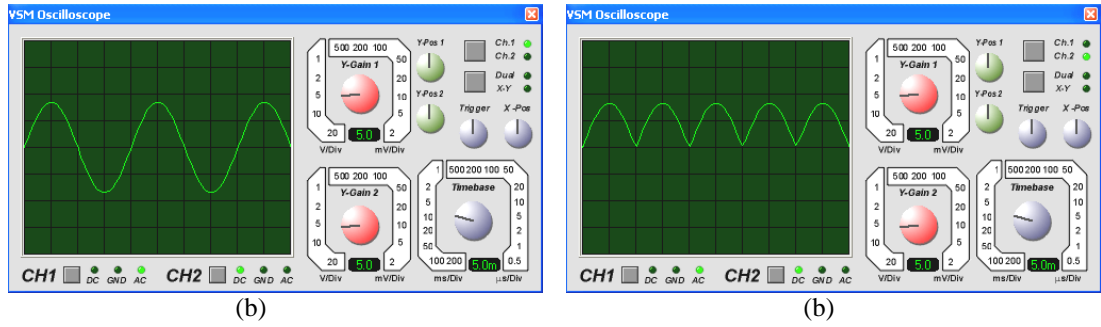
Şekil 3.11. Doğrultma devreleri deney modülü baskı devresi



Şekil 3.12. Köprü tipi doğrultma devresi (Öztürk ve Yarcı 1993)

Bu deneyin yapımında Şekil 3.11'deki modülün ilgili kısmı kullanılır. Ölçü aletleri ve osiloskop, modülde ilgili yerlere bağlanarak, gerekli ölçümler yapılır. Şekil 3.12'deki osiloskobun A ve B uçları aynı anda devreye bağlanmaz. Çünkü

osiloskobun A ve B girişlerinin ortak ucu birbirine bağlı olduğundan giriş ile çıkış kısadevre olur ve bazı diyotlar çalışmaz. Bu yüzden ölçüm yaparken osiloskobun önce A ucu AC gerilime bağlanarak giriş sinyali görülür. Daha sonra A ucu çıkarılarak B ucu diyot çıkışına bağlanır. B ucundan da çıkıştaki tam dalga doğrultulmuş DC gerilim görülür.



Şekil 3.13. Köprü tipi tam dalga doğrultma devresi giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b)

3.5. Filtre Devreleri

Filtre devreleri deneyinde amaç, dalgalı doğru gerilimin düzeltilmesini ve dalgalanmanın azaltılmasını öğrenmektir.

Doğrultma devrelerinin çıkışlarından elde edilen DC gerilim pozitif veya negatif alternanslar şeklindedir ve bu haliyle tam bir doğru gerilim sayılmaz. Doğrultma devreleri çıkışlarındaki dalgalı doğru gerilimi ortadan kaldırmak ya da dalgalanmayı en aza indirmek için filtre devreleri kullanılırlar. Filtre devrelerinde kondansatör veya bobin kullanılır.

Filtre devrelerinde kondansatör kullanıldığında doğrultma devresi çıkışına paralel olarak bağlanır. Doğrultma devresi çıkışından alınan gerilimin alternansı maksimum seviyeye yükselirken kondansatörü şarj eder. Doğrultma devresi çıkış geriliminin alternansı azalıp kondansatör şarj geriliminin altına düşmeye başladığında, kondansatör deşarj olarak devreye enerji verir.

Filtre devrelerinde bobin kullanıldığında ise doğrultma devresi çıkışına seri bağlanır. Bu filtreler endüktansın akım değişmelerine karşı koyma esasına göre yapılmıştır.

Endüktanstan geçen akım artacak olursa frekansın değişmesine bağlı olarak

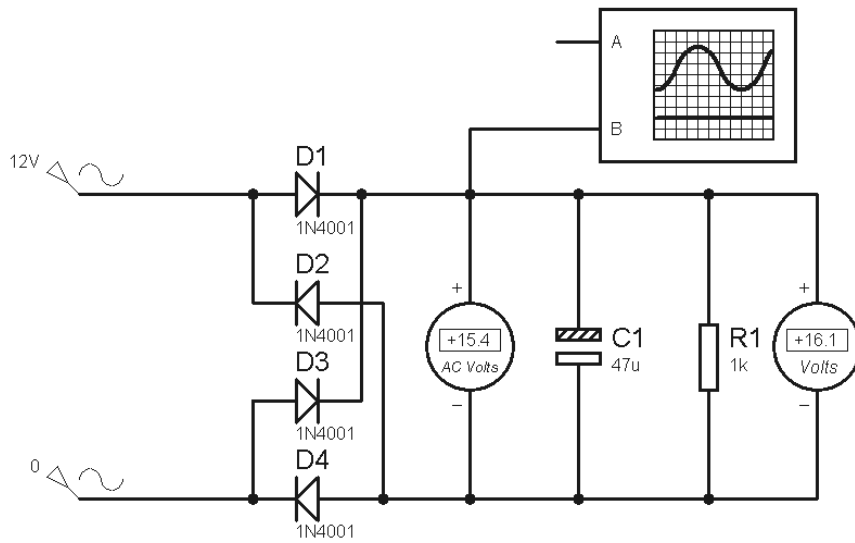
$$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

formülüne göre bobinin endüktif reaktansı artacak ve dolayısıyla

akımın geçişine karşı bir zorluk oluşturacaktır. Ya da başka bir deyişle bobinden geçen akım arttığında, bobinde meydana gelen zıt elektromotor kuvveti akım değişmelerine karşı koyar ve akımın artmasını engellemeye çalışır. Akım azalmaya başladığında ise yine yukarıdaki formüle göre endüktif reaktansı azalacak ve akımın geçişine kolaylık gösterecektir. Dolayısıyla bobin devreye seri bağlandığında, akımın artmasına karşı gösterdiği zorluk ve akımın azalmasına karşı gösterdiği kolaylık ile bir çeşit filtre görevi görmektedir.

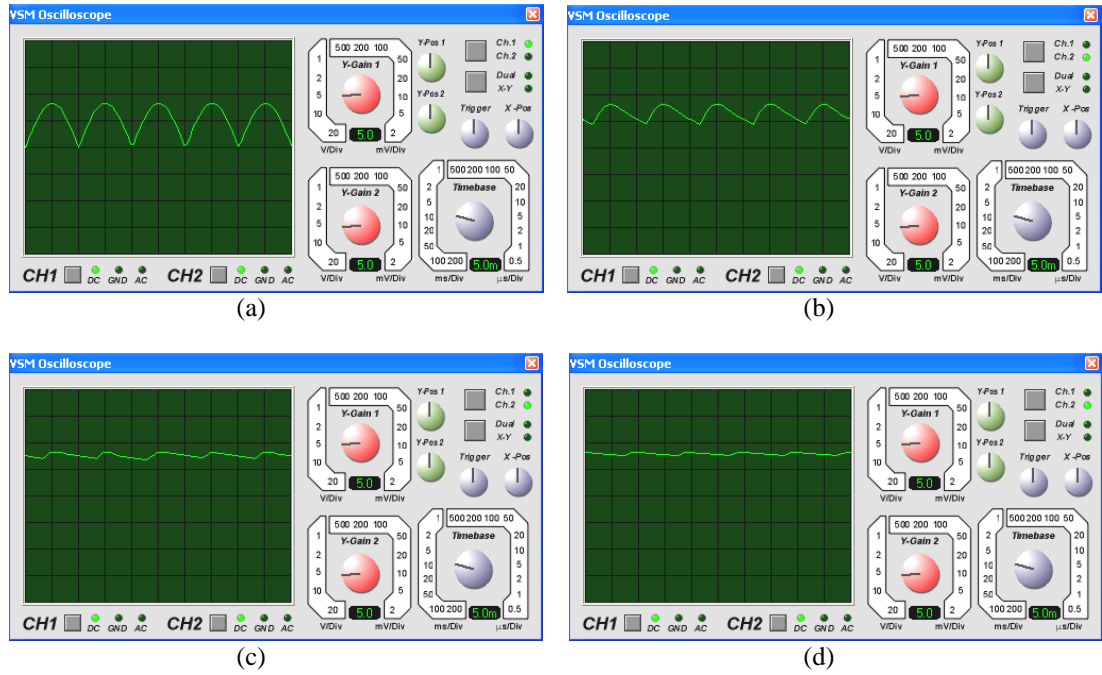
3.5.1. Kondansatörlü filtre devresi

Doğrultma devresinin çıkışına paralel bir kondansatör bağlanarak yapılan filtre devresidir. Bu kondansatör pozitif alternansın maksimum değerine şarj olur. Alternansın azalması sırasında ise, kondansatör üzerindeki enerjiyi yük devresine vererek deşarj olmaya başlar. Bu deşarj (boşalma), ikinci alternansın değeri, kondansatör uçlarındaki gerilim değerine eşit oluncaya kadar devam eder. Bundan sonra kondansatör tekrar maksimum değere kadar şarj olmaya başlar. Bu olay sürekli tekrarlandığından yük uçlarındaki gerilimin dalgalanması azalır.[1] Yani doğruya yakın gerilim elde edilir.

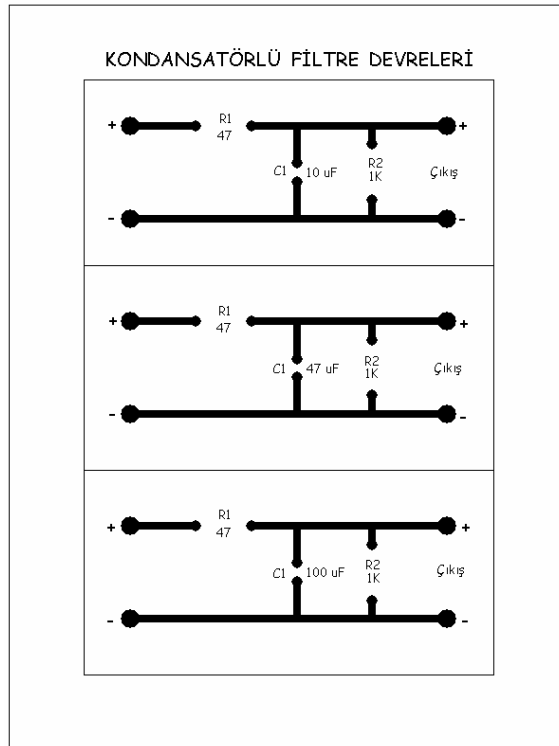


Şekil 3.14. Doğrultma devresine filtre devresinin eklenmesi

Proteus Isiste yapılan doğrultma devreleri simülasyonundaki osiloskop görüntüleri Şekil 3.15'de görülmektedir.



Şekil 3.15. Filtre edilmemiş tam dalga DC gerilim sinyali (a), 10 μ F kondansatör ile filtre edilmiş tam dalga DC gerilim sinyali (b), 47 μ F kondansatör ile filtre edilmiş tam dalga DC gerilim sinyali (c), 100 μ F kondansatör ile filtre edilmiş tam dalga DC gerilim sinyali (d)



Şekil 3.16. Kondansatörlü filtre devreleri deney modülü baskı devresi

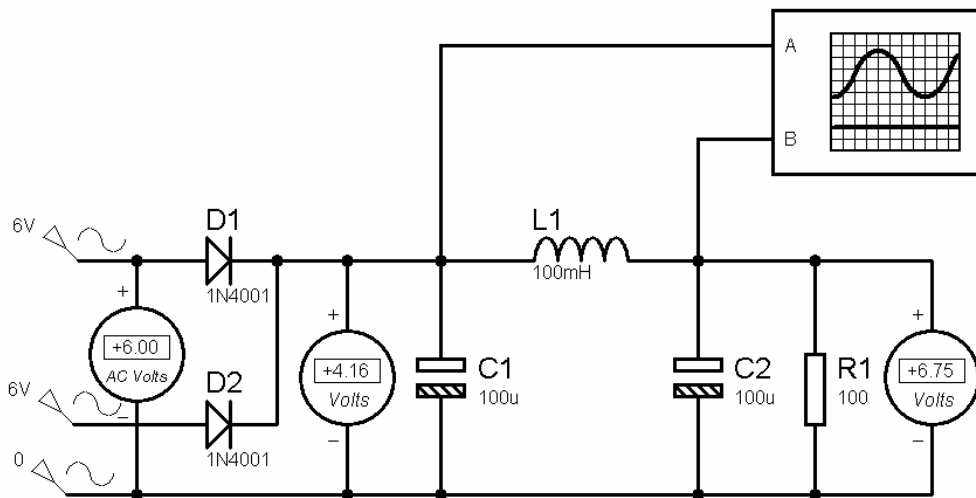
Gerilimin düzelmesi, kondansatörün kapasitesine ve yükün çektiği akıma göre değişir. Şekil 3.14'deki C1 kondansatörünün değeri, Şekil 3.16'daki deney modülünde farklı değerlerde konularak, kondansatör kapasitesinin filtreleme özelliğini inceleme imkânı sunulmuştur.

Filtre deneyi yapılırken Şekil 3.16'daki deney modülü, doğrultma devreleri deney modülü ile birlikte kullanılır. (Bkz. Şekil 3.11) İki modül yan yana bağlanarak gerekli bağlantılar ve ölçmeler yapılır.

3.5.2. Bobinli filtre devresi

Bobinli filtreler, bobinin akım değişmelerine karşı koyma özelliğinden yararlanarak yapılmıştır. Bobin doğrultma devresinin çıkışına, yüke seri olarak bağlanır. Bobin içinden geçen (dolayısıyla yükten geçen) akımdaki değişimlere karşı koymaya çalışacağından, çıkıştaki dalgalı doğru gerilim biraz düzelmiş olacaktır.[4]

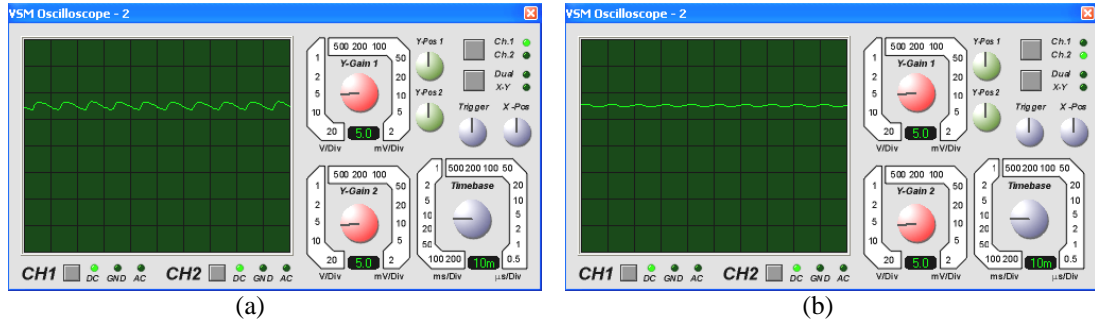
50 Hz'lik şebekede çalışan doğrultma devrelerinde filtre elemanı olarak kullanılan bobinlerin boyutları büyük, ağırlığı fazla ve fiyatları pahalı olduğundan pek kullanılmazlar. Bobinli filtre devreleri daha çok anahtarlamalı güç kaynaklarında kullanılırlar.[1]



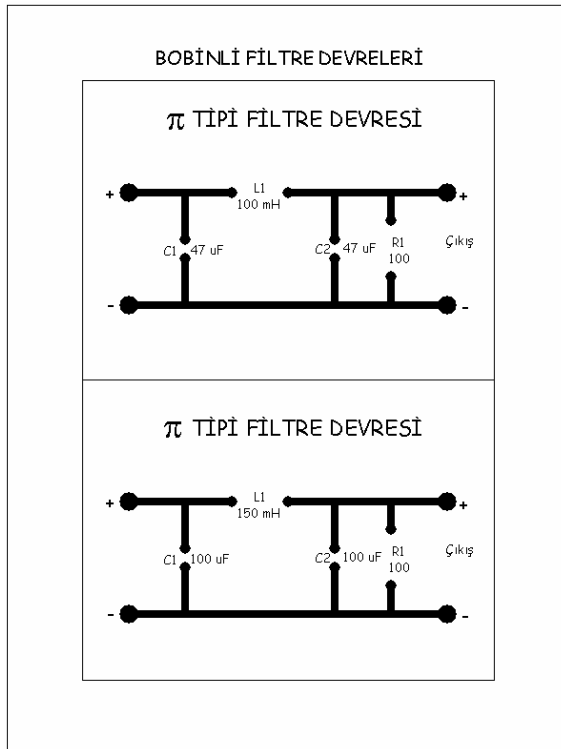
Şekil 3.17. Bobinli filtre devresi

Devredeki kondansatörler yük uçlarındaki gerilimin, bobin ise yük direncinin değişmesi durumunda yükün çektiği akımın ani dalgalanmasını önler.[5]

Bobinli filtre devrelerinin Proteus Isis ile yapılan simülasyonunda elde edilen osiloskop görüntüleri Şekil 3.18'de görülmektedir.



Şekil 3.18. Bobinli filtre devresinde, bobinden önce (a) ve bobinden sonraki (b) filtre edilmiş DC gerilim sinyallerinin osiloskopta görüntüsü



Şekil 3.19. Bobinli filtre devreleri deney modülü baskı devresi

Bu deneyin yapımında doğrultma devresi çıkışlarına Π tipi filtre devresi eklenir.

Deney şemasına Şekil 3.17'deki gibi ölçü aletleri bağlanarak gerekli ölçümler yapılır. Modül olarak Şekil 3.19'daki deney modülü ile Şekil 3.11'deki deney modülü birlikte kullanılır.

3.6. Regülatör Devreleri

Bilindiği gibi doğrultma devrelerinin girişindeki gerilim değiştiğinde (şebeke geriliminin değişmesinden dolayı) veya çıkıştaki yük değeri değiştiğinde yük üzerindeki gerilim de değişmektedir. Bu yüzden doğrultma devreleri çıkışından tam sabit bir DC gerilim elde edilmek istenildiğinde regüle devreleri kullanılır.

Regülasyon giriş geriliminin veya yük değerinin değişmelerine karşılık, çıkış geriliminin sabit tutulmasıdır.[1]

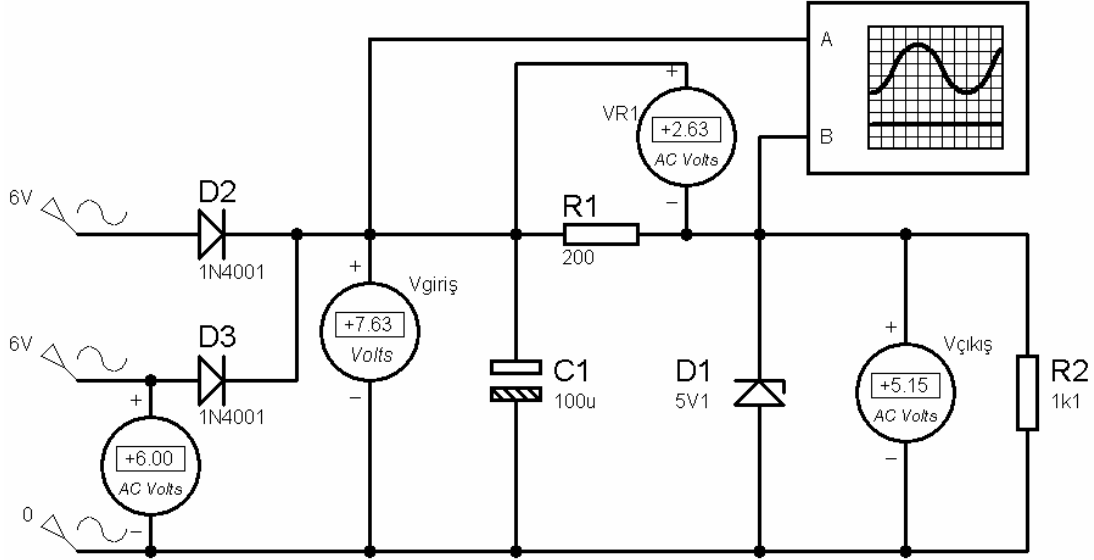
Doğrultma devresi çıkışından alınan ve filtre devresinden geçirilen doğru gerilim yüke uygulandığında ve yükün akımı değiştiğinde gerilimde de değişimler olur. Yük akımı artarsa yükün gerilimi azalır, yük akımı azalırsa yükün gerilimi artar. Yük uçlarındaki gerilimin her zaman sabit olması istenir. Bu gerilimin sürekli sabit tutulması işlemine regüle veya regülasyon, bu işin yapıldığı devreye de regüle devresi denilir.[6]

DC güç kaynaklarının çıkış gerilim değerinin yüke göre değişmesi istenmeyen bir durumdur. DC güç kaynağı, yük değiştiğinde, bu değişikliğe karşı çıkış gerilimini korumazsa devrenin çalışma noktası kayar ve devrenin çalışmasında değişiklikler meydana gelir. Bu değişiklikler frekans kaymasına ve doğrusal olmayan çıkış alınmasına sebep olurlar.[1]

3.6.1. Zener diyotlu regülatör

Regüle devrelerini anlama bakımından temel ve basit bir regüle devresidir. Zener diyot uçlarına ters yönde uygulanan gerilim, zener geriliminden fazla olduğunda, zener diyot uçlarında sabit bir gerilim bulunur.

Zener diyodun devrede regüle yapıp yapamayacağını anlamak için, zener diyot devrede yokken yük direnci üzerine düşen gerilim bulunur. Eğer bu gerilim, zener diyot gerilim değerinden büyükse, zener diyot bu devrede regülasyon yapabilir.



Şekil 3.20. Zener diyotlu regülatör devresi

Şekil 3.20'deki devrede $V_{giriş} = 7,63$ V DC, $R_1 = 200 \Omega$, $R_2 = 1,1$ K Ω ve zener gerilimi 5,1 V'tur. Bu devre için örnek bir hesaplama yapalım.

Önce devreden geçen akımı (zener diyot olmadığını varsayarak) hesaplırsak:

$$I = \frac{V_{giriş}}{R_1 + R_2} = \frac{7,63}{200 + 1100} = \frac{7,63}{1300} = 5,87 \text{ mA}$$

$I = 5,87$ mA olarak bulunur. Yük direnci (R_2) üzerindeki gerilimi hesapladığımızda:

$$V_{R_2} = I \cdot R_2 = 5,87 \cdot 1100 = 6,46 \text{ V}$$

$V_{R_2} = 6,46$ V olarak bulunur. Bu gerilim zener diyot geriliminden (5,1 V) büyük olduğu için, zener diyot bu devrede regülasyon yapabilir ve yük direnci üzerinde zener diyot gerilimi görülür. Yük direncinin (R_2) akım ve gerilimi sabit olacağına göre devreye uygulanan fazla gerilim veya gerilimdeki dalgalanmalar, R_1 üzerine düşer. Giriş gerilimi 7,63 V ve zener diyot gerilimi 5,1 V olduğuna göre R_1 üzerine

düşen gerilim:

$$V = V_{R1} + V_{VR2} \implies V_{R1} = V - V_{VR2} = 7,63 - 5,1 = 2,53 \text{ V}$$

R_1 direnci üzerinde yaklaşık 2,53 V'luk bir gerilim düşecektir. Zener diyot devreye bağlı iken devreden geçecek akımı tekrar hesaplırsak:

$$I = \frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{2,53}{200} = 0,0127 \text{ A} = 12,65 \text{ mA}$$

Yük direnci R_2 üzerinden geçen akım:

$$I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{5,1}{1100} = 0,0046 \text{ A} = 4,6 \text{ mA}$$

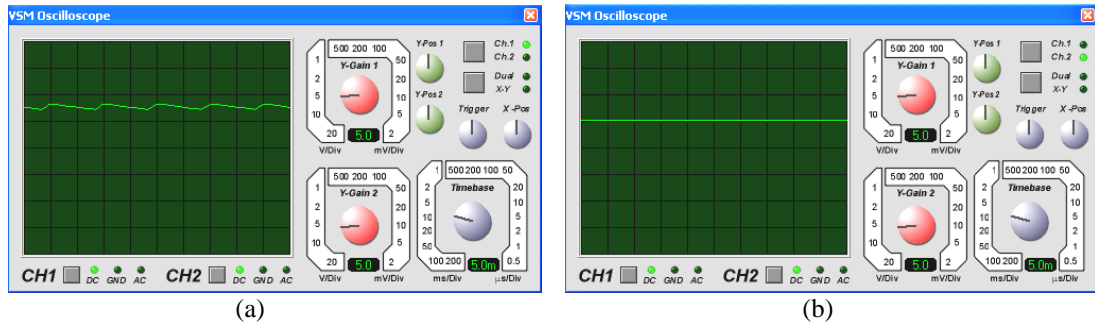
Zener diyottan geçen akım ise:

$$I = I_Z + I_{R2} \implies I_Z = I - I_{R2} = 12,65 - 4,6 = 8,05 \text{ mA}$$

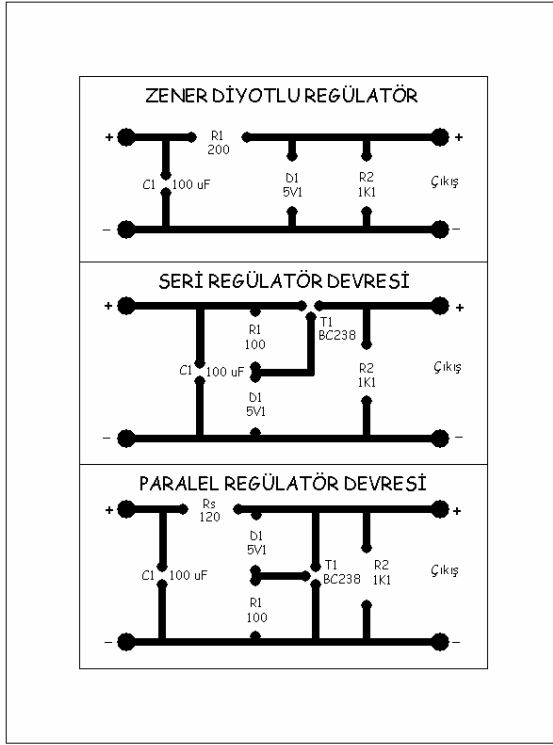
$I_Z = 8,05 \text{ mA}$ olarak bulunur. Yük direncinden çekilen akım 4,6 mA sabit olacağından, akımdaki dalgalanmalarda fazla akımlar zener diyot üzerinden geçecektir.

Şekil 3.20'deki devre Proteus Isis programında yapılan simülasyondan alınmıştır. Bu devre üzerinde de voltmetre değerleri okunmakta ve yaptığımız hesaplamayla uyumlu olduğu görülmektedir.

Zener diyotlu regülatör devresinin Proteus Isis ile yapılan simülasyonundan elde edilen osiloskop görüntüleri Şekil 3.21'deki gibidir.



Şekil 3.21. Filtre edilmiş tam dalga DC gerilim sinyali (a), regüle edilmiş tam dalga DC gerilim sinyali (b)

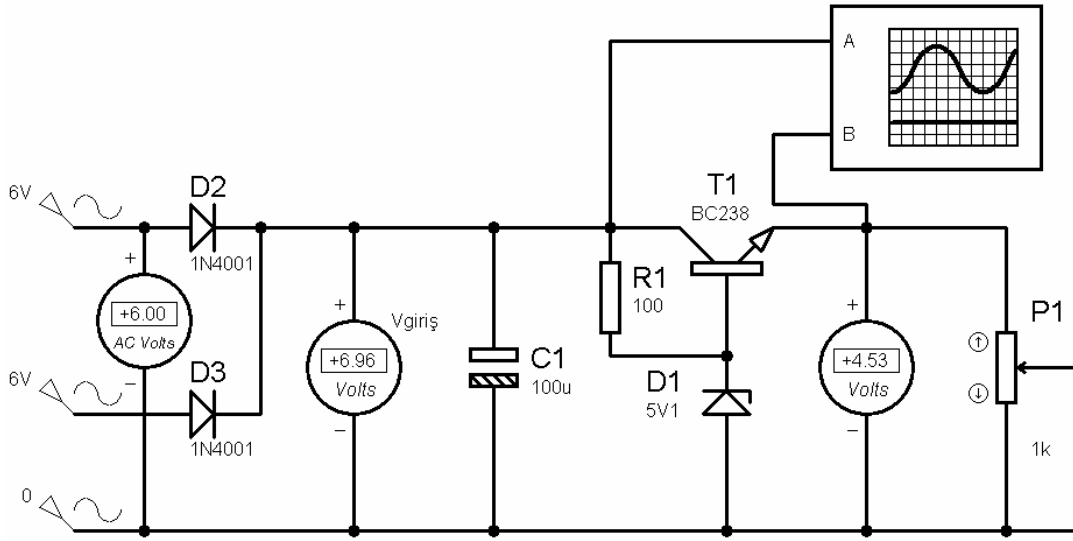


Şekil 3.22. Regülatör devreleri deney modülü baskı devresi

Deneyin yapımında Şekil 3.22'deki deney modülünün zener diyotlu regülatör kısmı ile Şekil 3.11'deki doğrultma devreleri deney modülü birlikte kullanılacaktır. Gerekli bağlantılar yapıldıktan sonra ölçü aletlerinin gösterdiği değerler incelenir. Şekil 3.20'de gösterilen yerlere osiloskop bağlanarak, regüle işleminin nasıl yaptığı gözlemlenir. Deneyde devre giriş gerilimi ve R_2 yük direci değiştirilerek regülasyonun daha iyi anlaşılması sağlanır.

3.6.2. Seri regülatör

Sadece zener diyot kullanılarak yapılan regüleli güç kaynaklarında çekilen akım yeterli olmayabilir. Bu nedenle zener diyodun bir transistörün beyz gerilimini sabit tutması esasına dayanan regülatör devreleri kullanılmaktadır. Regüle elemanı olarak zener diyot ile transistörün birlikte kullanıldığı seri regülatör devrelerinde daha yüksek çıkış akımlarına ulaşmak mümkündür. Şekil 3.23'de seri regülatör devresi görülmektedir.[4]

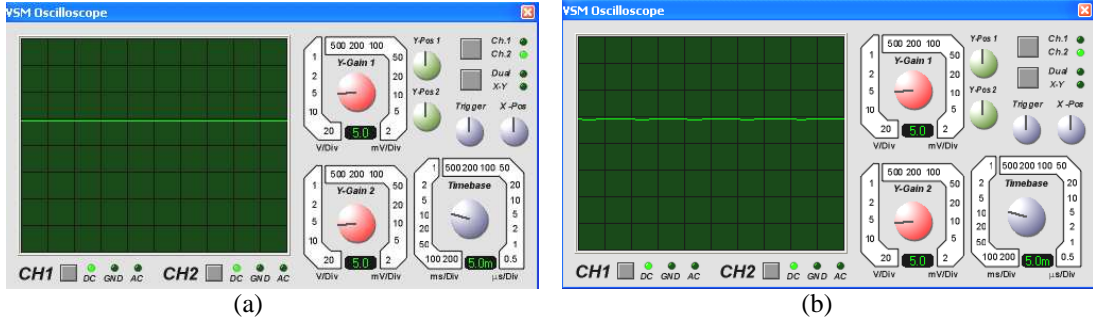


Şekil 3.23. Seri regülatör devresi

Şekil 3.23'teki devrede transistörün beyz ucu zener diyodun katoduna bağlıdır. Zener diyodun katodundaki gerilim 5,1 V olarak daima sabit olduğuna göre, transistörün beyzindeki gerilim de sabit olacaktır. Transistörlerin beyzindeki gerilim sabit olduğunda kollektör akımları da sabit olur. Kollektör akımları sabit olduğunda da emiter akımları da sabit olur. Şekil 3.23'deki devrede transistörün emiter akımı R_2 yük direncinden geçerek çıkış akımını meydana getireceğinden sabit emiter akımından dolayı R_2 yük direnci uçlarındaki gerilim de sabit kalır. Böylece girişteki dalgalanmalara karşılık, çıkışta sabit bir gerilim elde edilmiş olur.[4]

Yük gerilimi arttığında transistörün emiter-beyz polarması azalır. Polarmanın azalması kollektör akımının azalmasına sebep olur. Bu nedenle kollektör-emiter geriliminde artma olur. Diğer taraftan da emiter-kollektör direnci büyür. yük gerilimi normal değerine düşer. Diğer açıdan bakıldığında beyz-emiter gerilimindeki küçülme emiter akımını azaltır. Emiter akımı aynı zamanda yük geriliminde düşmeye sebep olur. Transistörün emiter-kollektör arası yük ile seri olduğundan, yükün kısa devre yapması halinde kollektör akımında büyük bir artış olur ve bu olay transistörü bozabilir. Bu durum seri regülatör devrelerinin bir sakıncasıdır.[7]

Seri regülatör devresinin Proteus Isis ile yapılan simülasyonunda elde edilen osiloskop görüntüleri Şekil 3.24'da görülmektedir. Burada yük direnci büyük ve küçük değerde olmak üzere iki ölçmenin simülasyonu alınmıştır.

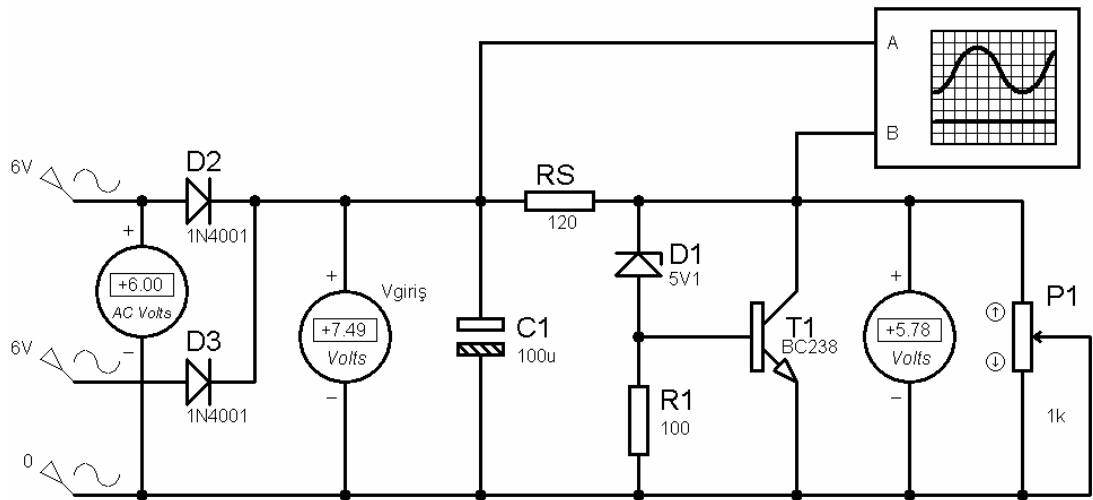


Şekil 3.24. Yük direnci büyük değerli iken seri regülatör çıkış gerilimi (a), yük direnci küçük değerli iken seri regülatör çıkış gerilimi (b)

Deneyin yapımında ise Şekil 3.22'deki modülün seri regülatör kısmı ile Şekil 3.11'deki doğrultma devreleri deney modülü birlikte kullanılır. Gerekli bağlantılar yapılarak ölçü aletlerindeki değerler okunur. Osiloskoptaki görüntüler incelenir.

3.6.3. Paralel regülatör

Paralel regülatör devrelerinde transistör yüke paralel bağlanır. Şekil 3.25'deki devrede yük akımı arttığında R_S direnci uçlarındaki gerilim düşümü de artar. Bu durumda transistörün beyz polarmasını sağlayan R_1 uçlarındaki gerilim düşümü azalır. Transistörün yalıtkanlığı artar ve R_2 yük direnci uçlarındaki gerilim yükselir.

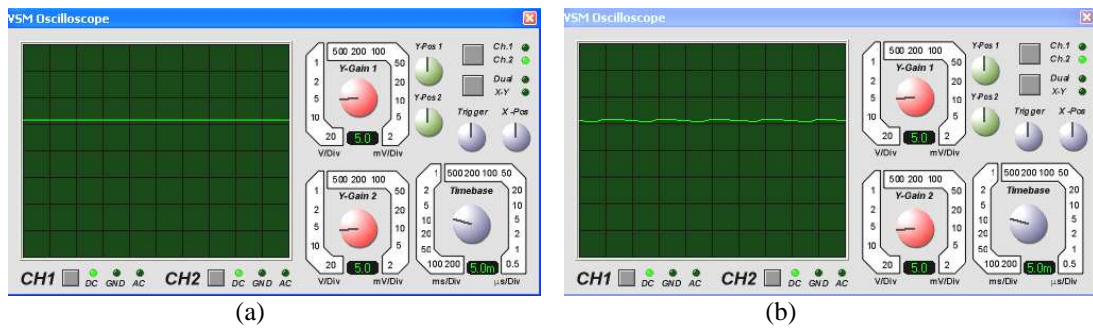


Şekil 3.25. Paralel regülatör devresi

Yük akımı azaldığında ise R_S uçlarındaki gerilim düşümü azalır. Bu durumda transistörün beyz polarmasını sağlayan R_1 uçlarındaki gerilim düşümü artar.

Transistörün yalıtkanlığı azalır ve R_2 yük direnci uçlarındaki gerilim de azalır. Bu şekilde yük uçlarındaki gerilim otomatik olarak sürekli ayarlanarak sabit kalır.[2]

Paralel regülatör devresinin Proteus Isis ile yapılan simülasyonunda elde edilen osiloskop görüntüleri Şekil 3.26'da görülmektedir. Burada yük direnci büyük ve küçük değerde olmak üzere iki ölçmenin simülasyonu alınmıştır



Şekil 3.26. Yük direnci büyük değerli iken paralel regülatör çıkış gerilimi (a), yük direnci küçük değerli iken paralel regülatör çıkış gerilimi (b)

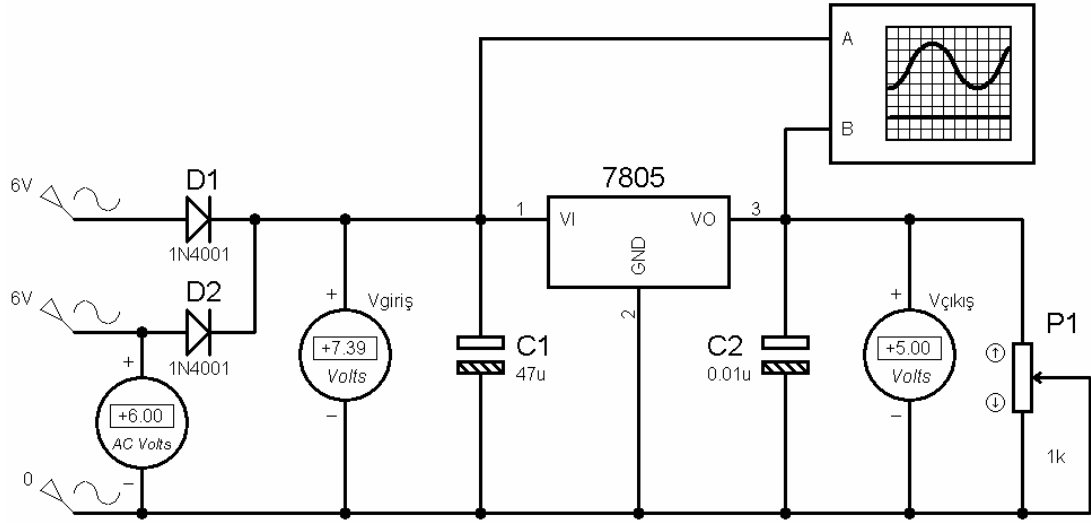
Bu deneyin yapımında Şekil 3.11'deki doğrultma devreleri deney modülü ile Şekil 3.22'deki regülatör devreleri deney modülünün, paralel regülatör kısmı birlikte kullanılacaktır. Gerekli bağlantılar yapıldıktan sonra ölçü aletlerinden değerler okunur. Osiloskop görüntüleri incelenir.

3.6.4. Entegreli (78xx, 79xx) regülatör

Güç kaynaklarında regülasyon işlemleri için entegreli regülatörler de kullanılmaktadır. Çıkış akım değerleri birkaç miliamperden birkaç amper kadar çıkabilmektedir. Entegre kataloglarında regülatör entegrelerinin minimum ve maksimum giriş ve çıkış gerilimleri ile akım sınırları belirtilir. Gerilim regülatörleri sabit çıkışlı ve ayarlanabilir çıkışlı olmak üzere iki çeşittir. Bunlar da kendi aralarında pozitif ve negatif gerilim regülatörü olmak üzere ikiye ayrılır.[1]

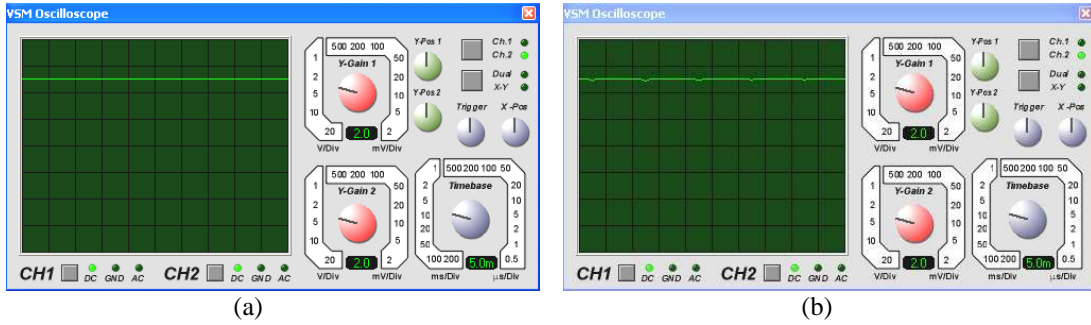
Deneylelerimizde sabit çıkışlı pozitif ve negatif gerilim regülatörü kullanılacaktır. 78xx serisi gerilim regülatörleri pozitif, 79xx serisi gerilim regülatörleri de negatif gerilim regülatörüdür. Şekil 3.27'de 7805 entegresi ile yapılan pozitif gerilim

regülasyonu görülmektedir. Şekil 3.29'da ise 7905 entegresi ile yapılan negatif gerilim regülasyonu devresi görülmektedir.

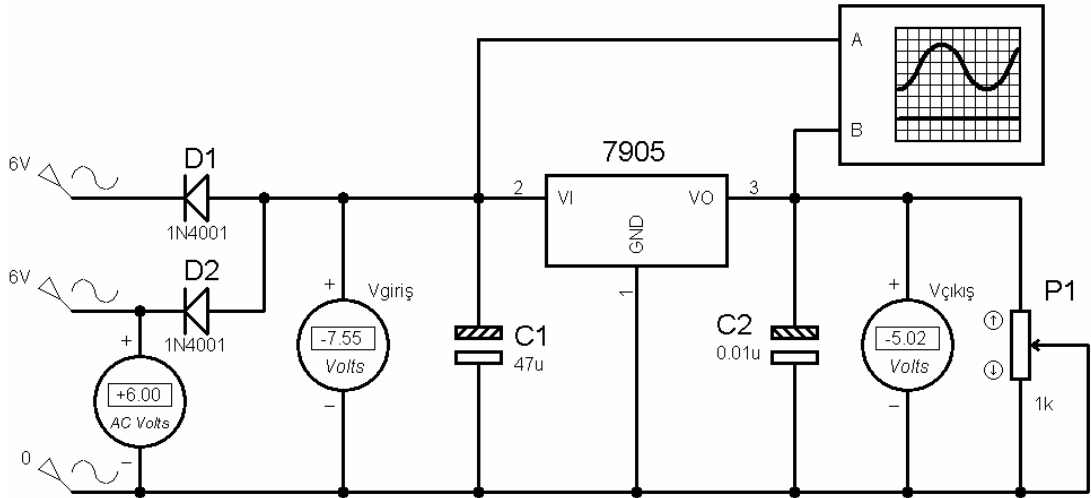


Şekil 3.27. 7805 pozitif gerilim regülasyonu entegresi ile regülasyonu devresi

7805 pozitif gerilim regülasyonu entegresi ile yapılan regülasyonu devresinin Proteus Isis ile yapılan simülasyonu elde edilen osiloskop görüntüsü Şekil 3.28'de görülmektedir.

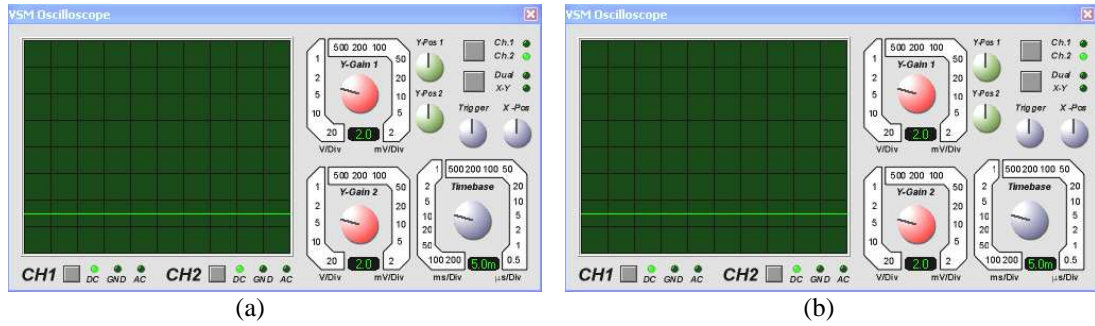


Şekil 3.28. Yük değeri büyük iken 7805 pozitif gerilim regülasyonu entegre devresi ile elde edilen osiloskop görüntüsü (a), yük değeri küçük iken 7805 pozitif gerilim regülasyonu entegre devresi ile elde edilen osiloskop görüntüsü (b)



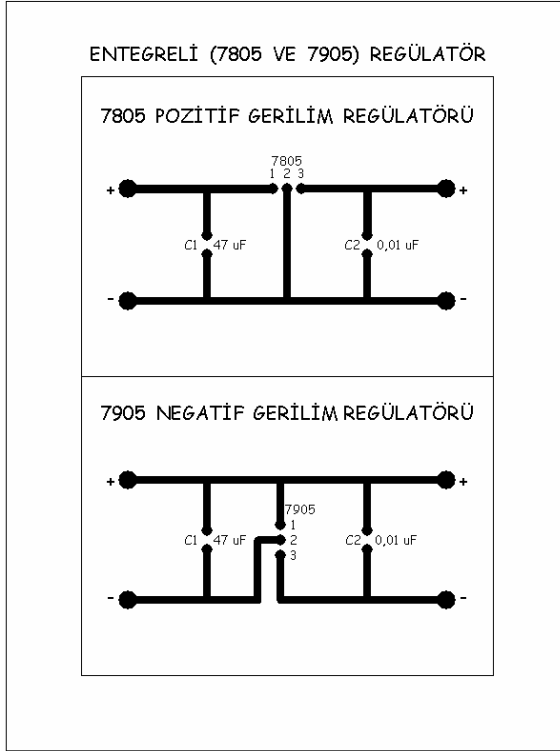
Şekil 3.29. 7905 negatif gerilim regülâtör entegresi ile regülâtör devresi

7905 negatif gerilim regülâtör entegresi ile yapılan regülâtör devresinin Proteus Isis ile yapılan simülasyonda elde edilen osiloskop görüntüsü Şekil 3.30'da görülmektedir.



Şekil 3.30. Yük değeri büyük iken 7905 negatif gerilim regülâtör entegre devresi ile elde edilen osiloskop görüntüsü (a), yük değeri küçük iken 7905 negatif gerilim regülâtör entegre devresi ile elde edilen osiloskop görüntüsü (b)

Bu deneyin yapımında Şekil 3.31'deki entegreli regülâtör deney modülü ile Şekil 3.11'deki doğrultma devreleri deney modülü birlikte kullanılacaktır. Gerekli bağlantılar yapılarak ölçü aletlerinden değerler okunur. Osiloskop görüntüsü incelenir.



Şekil 3.31. Entegreli (7805 ve 7905) regülatör deney modülü baskı devresi

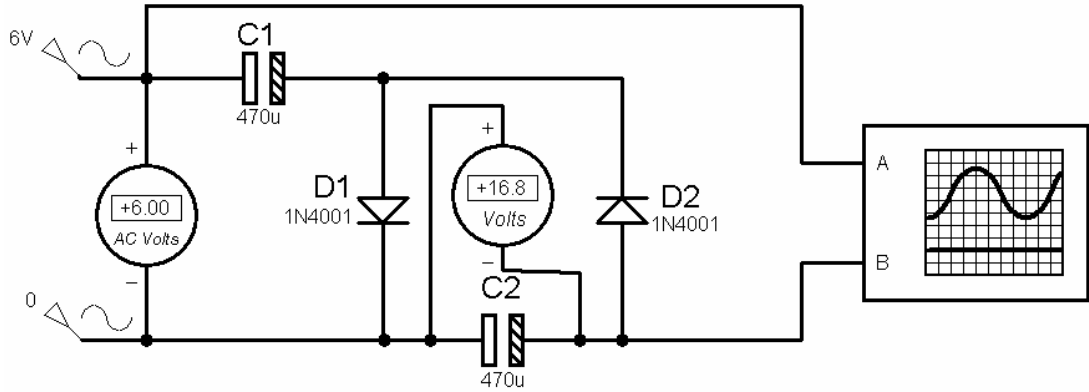
3.7. Gerilim Katlayıcı Devreleri

Gerilim katlayıcılar (çoklayıcılar), girişlerine uygulanan AC gerilimin maksimum değerinin birkaç katı büyüklüğünde DC gerilim verebilen devrelerdir. Gerilim katlayıcılar alternatif gerilimi hem doğru gerilime çevirir, hem de doğru gerilimi yükseltirler. Gerilimleri yükseldiği oranda çıkış akımları düşer. Dolayısıyla gerilim katlayıcılar düşük akım istenen devrelerde kullanılırlar.[2]

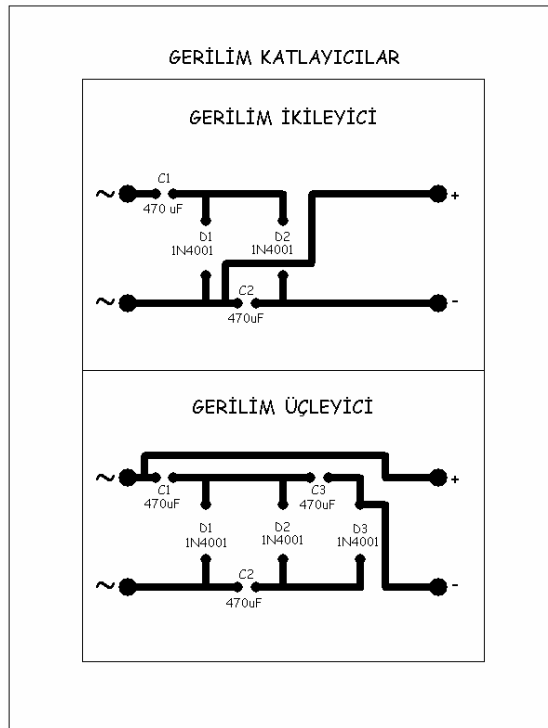
3.7.1. Gerilim ikileyici

Gerilim ikileyici, girişine uygulanan alternatif gerilimin maksimum değerinin iki katı büyüklüğünde doğru gerilim veren devredir. Şekil 3.32'teki devrede 6V ucundan pozitif alternans geldiğinde D1 diyodu iletimde, D2 diyodu ise yalıttımdadır. Dolayısıyla gelen akım C1 kondansatörü ve D1 diyodu üzerinden geçer ve C1 kondansatörü devreye uygulanan AC gerilimin maksimum değerine şarj olur. C1 uçlarında V_m gerilimi bulunur. 6V ucuna negatif alternans geldiğinde ise D2 diyodu

iletimde D1 diyodu yalıtımdadır. Gelen akım C1, D2 ve C2 üzerinden geçer. C1 şarj olmuş olduğundan bir güç kaynağı gibi davranır ve C2 kondansatörü $2V_m$ değerine şarj olur. C2 kondansatörü üzerinden çıkış alındığında girişteki alternatif gerilimin maksimum değerinin iki katı gerilim elde edilmiş olur. Çıkış akımı ise kondansatörlerin kapasitesine bağlıdır. Dolayısıyla düşüktür.[2]



Şekil 3.32. Gerilim ikileyici devresi

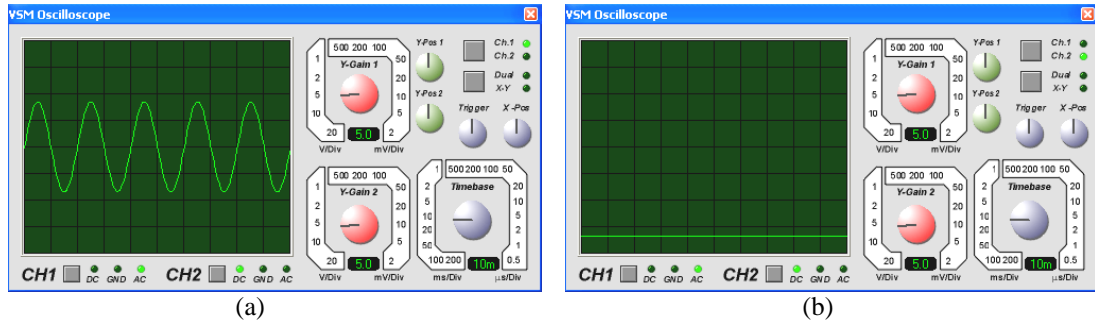


Şekil 3.33. Gerilim katlayıcı devreleri deney modülü baskı devresi

Bu deneyin yapımında Şekil 3.33'teki deney modülündeki gerilim ikileyici devresi

kullanılır. Devreye gerekli ölçü aletleri bağlanarak değerler ölçülür. Osiloskop ile görüntüler incelenir.

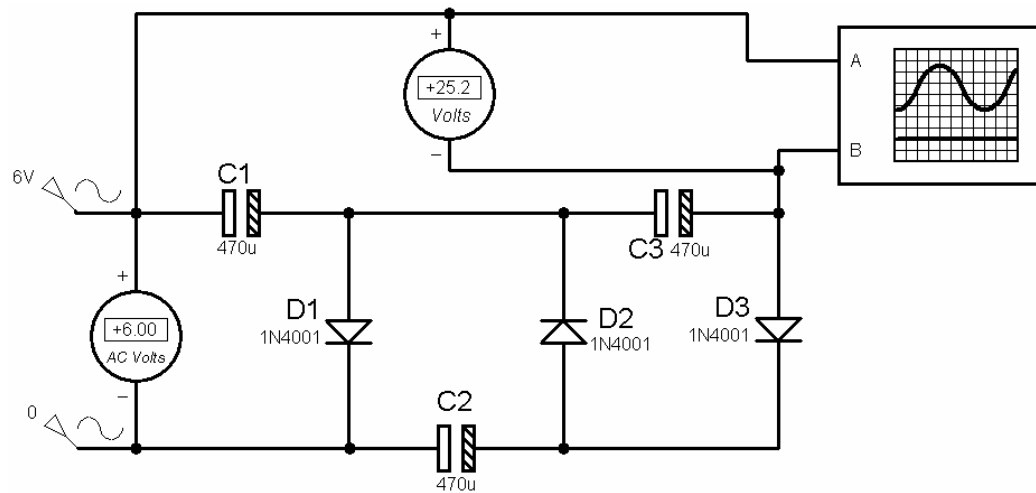
Gerilim ikileyici devresinin Proteus Isis ile yapılan simülasyonunda elde edilen osiloskop görüntüleri Şekil 3.34'teki gibidir.



Şekil 3.34. Gerilim ikileyici devresi giriş gerilimi (a), çıkış gerilimi (b)

3.7.2. Gerilim üçleyici

Gerilim üçleyici, girişine uygulanan alternatif gerilimin maksimum değerinin üç katına eşit doğru gerilim veren devrelerdir.[2]

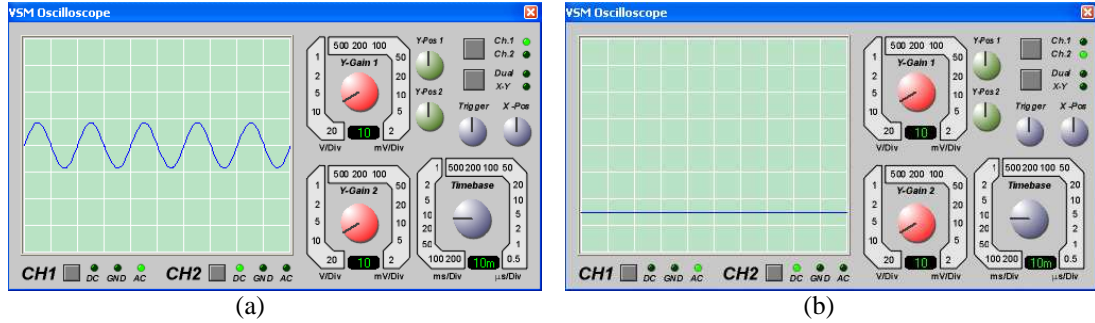


Şekil 3.35. Gerilim üçleyici devresi

Şekil 3.35'teki devrede 6V ucundan pozitif alternans geldiğinde D1 ve D3 diyotları iletimde, D2 diyodu ise kesimdedir. Akım C1-D1 üzerinden ve C1-C3-D3-C2

üzerinden devresini tamamlar. C1 kondansatörü devreye uygulanan alternatif gerilimin maksimum değerine (V_m) şarj olur. C3 kondansatörü ise C2 kondansatörü yardımıyla giriş geriliminin maksimum değerinin iki katına ($2V_m$) şarj olur. 6V ucundan negatif alternans geldiğinde, D1 ve D3 yalıtımda, D2 diyodu ise iletimde olur. Akım C1-D2-C2 üzerinden geçerek C2 kondansatörünü $2V_m$ değerine şarj eder. Şekil 3.35'te görüldüğü gibi C1 ve C3 kondansatörlerinin uçlarından çıkış alınırsa ($V_m+2V_m = 3V_m$) giriş geriliminin maksimum değerinin üç katına eşit bir doğru gerilim elde edilmiş olur

Gerilim üçleyici devresinin Proteus Isis ile yapılan simülasyonunda elde edilen osiloskop görüntüleri Şekil 3.36'daki gibidir.



Şekil 3.36. Gerilim üçleyici devresi giriş gerilimi (a), çıkış gerilimi (b)

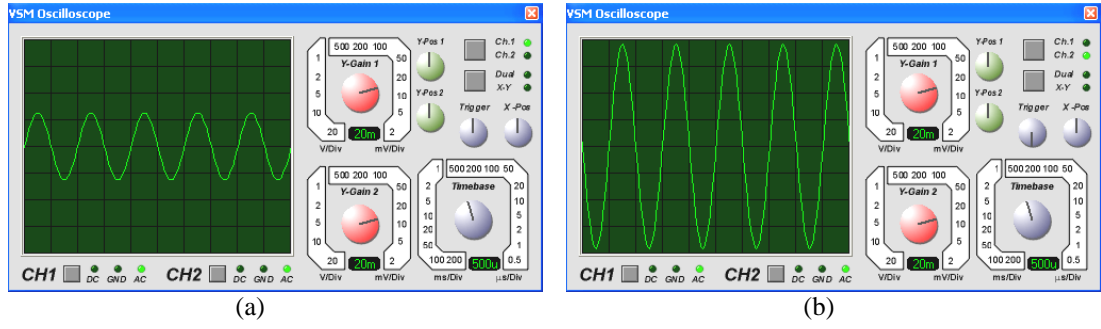
Deneyin yapımında Şekil 3.33'teki gerilim katlayıcı devreleri deney modülü kullanılır. Gerekli bağlantılar yapılarak ölçü aletlerinin değerleri okunur. Osiloskoptaki görüntüler incelenir.

3.8. Yükselteç Devreleri

Yükselteçler zayıf sinyalleri yükselterek çıkışta daha kuvvetli bir sinyal alınmasını sağlarlar. Mikrofonlardaki veya anten alıcılarındaki sinyallerin gerilimleri ve güçleri çok küçüktür. Bu sinyaller bir alıcıdan (hoparlör vs.) hissedilemezler. Bu sinyallerin hissedilmesi için sinyaller yükselteçler tarafından yükseltilmelidir.[3]

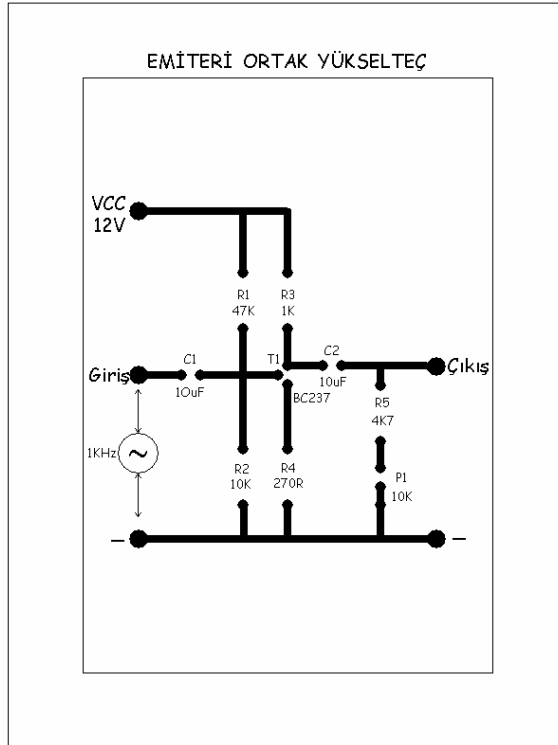
büyüktür, güç kazancı büyüktür, akım kazancı β değerinden biraz küçüktür, gerilim kazancı büyüktür, faz değiştirme (tersleme) işlemi yaparlar.[4]

Emiteri şase yükseltecin Proteus Isiste yapılan simülasyonundan elde edilen osiloskop görüntüleri Şekil 3.38'de görülmektedir.



Şekil 3.38. Emiteri şase yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b)

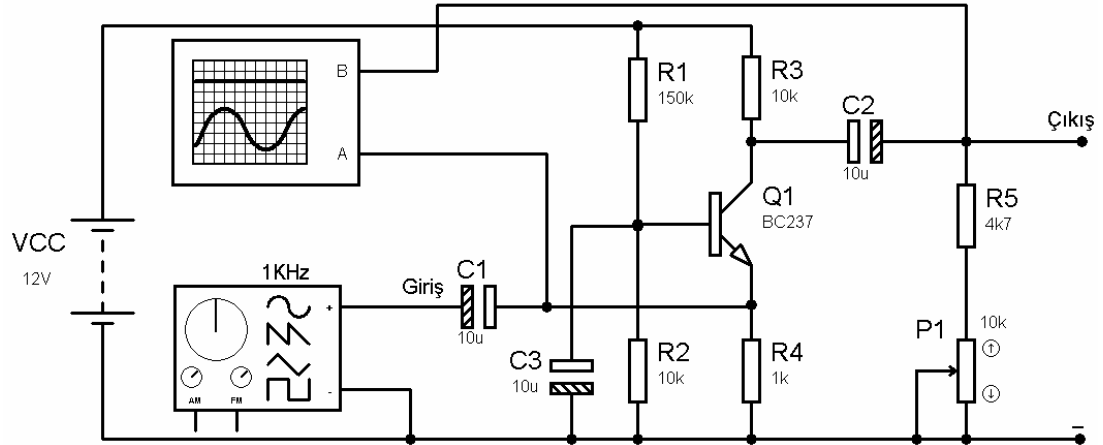
Bu deneyin yapımı için Şekil 3.39'daki deney modülü kullanılır. Girişe sinyal jeneratöründen 50 mV, 1 KHz'lik sinyal uygulanır. Osiloskobun 1. kanal ucu girişe, 2. kanal ucu çıkışa bağlanır. Giriş-çıkış sinyalleri osiloskoptan izlenerek incelenir.



Şekil 3.39. Emiteri şase yükselteç devresi deney modülü baskı devresi

3.8.2. Beyzi şase yükselteç

Bu devrede giriş sinyali emitere uygulanır, çıkış sinyali ise kollektörden alınır. Beyzi şase yükselteç devrelerinin beyz-emiter arasına doğru polarma, beyz kollektör arasına ise ters polarma uygulanır.[2]

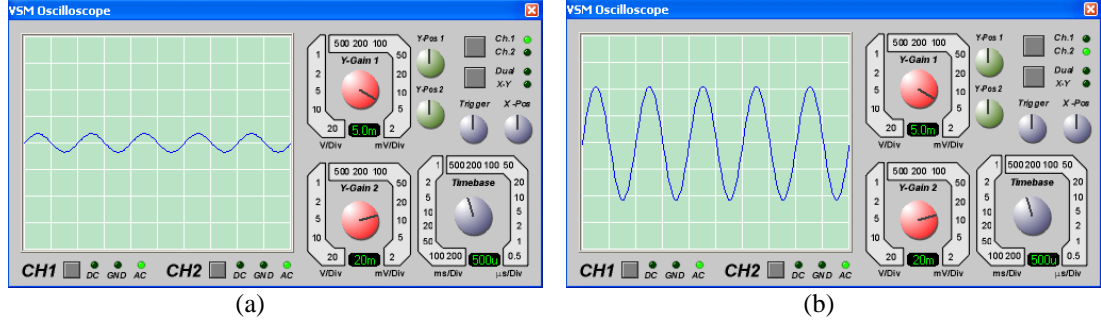


Şekil 3.40. Beyzi şase yükselteç devresi (Dinler ve Candan 1994)

Şekil 3.40'teki devrede yükselteç girişine AC sinyal uygulandığında, AC sinyalin negatif alternansında beyz-emiter gerilimi artar. Çünkü AC sinyalin negatif alternansı ile V_{CC} gerilim yönleri aynıdır ve birbirine eklenir. Bu toplam gerilim beyz-emiter arasına uygulanır ve transistörün iletkenliği artarak kollektör akımı dolayısıyla R_3 direncinden geçen akım artar, dolayısıyla çıkış gerilimi azalır. Girişe uygulanan AC sinyalin pozitif alternansında ise beyz-emiter polarma gerilimi azalır. Çünkü AC sinyal ile V_{CC} geriliminin yönleri birbirine terstir ve AC sinyal V_{CC} gerilimini azaltarak beyz-emiter polarma gerilimini azaltır. Bu durumda transistörün iletkenliği azalır ve kollektör-emiter akımı azalır ve çıkış sinyali de buna bağlı olarak artar. Buradan da anlaşıldığı gibi beyzi şase yükselteçlerde giriş ve çıkış sinyalleri aynı fazdadır.[2]

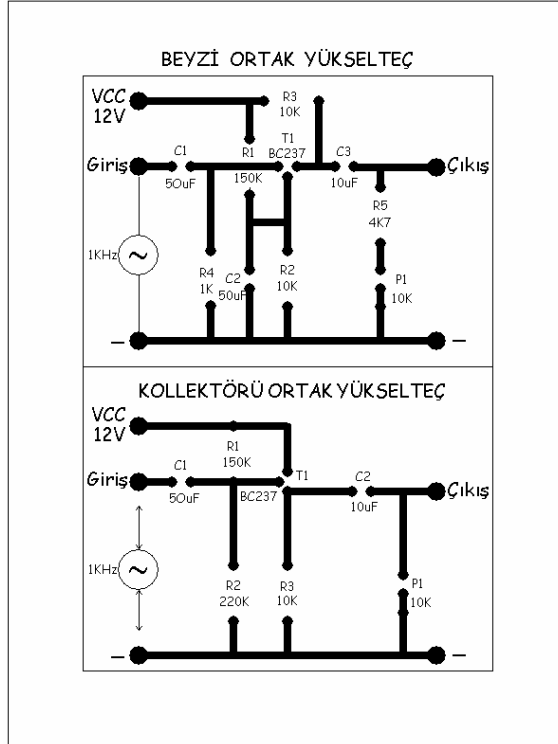
Beyzi şase yükselteçlerin özellikleri: Giriş empedansı küçüktür, çıkış empedansı yüksektir, kaçak kapasite az olduğundan yüksek frekanslarda kullanılırlar, akım kazancı küçüktür, gerilim kazancı yüksektir, güç kazancı ortadır, faz değiştirme işlemi yapmaz (aynı fazlıdır).[4]

Beyzi şase yükseltecin Proteus Isiste yapılan simülasyonundan elde edilen osiloskop görüntüleri Şekil 3.41'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.41. Beyzi şase yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b)

Bu deneyin yapımı için Şekil 3.42'deki beyzi ortak yükselteç deney modülü kullanılır. Gerekli bağlantılar yapılarak osiloskoptan giriş ve çıkış sinyalleri incelenir.



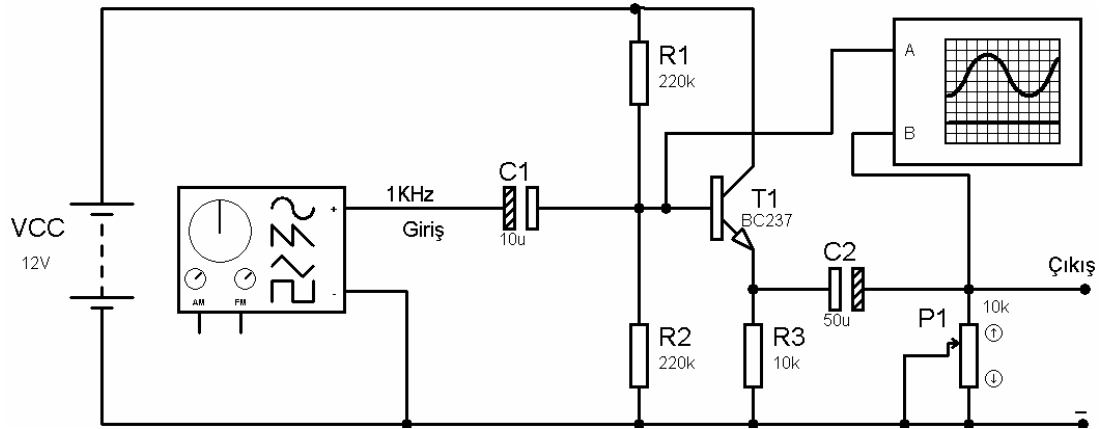
Şekil 3.42. Beyzi ve kollektörü ortak yükselteç deney modülü baskı devresi

3.8.3. Kollektörü şase yükselteç

Kollektörü şase yükselteçlerde giriş sinyali beyze uygulanır, çıkış sinyali ise emiter direnci uçlarından alınır. Bu devrelerde beyz-emiter arasına doğru polarma, beyz-kollektör arasına ise ters polarma uygulanmıştır.[2]

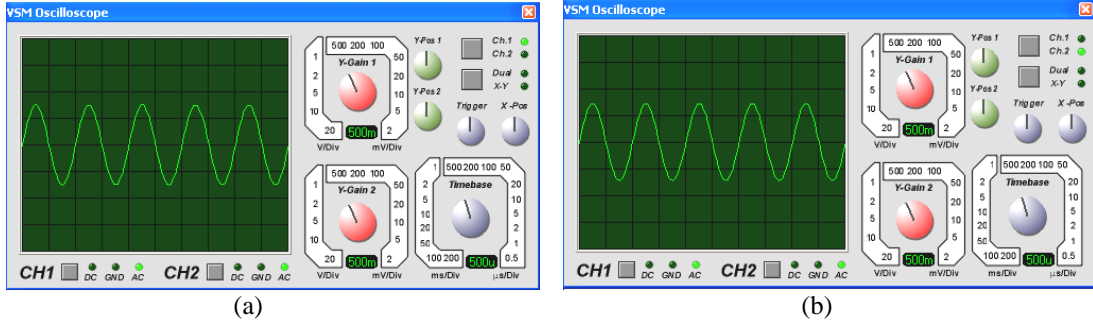
Bu devrede giriş sinyali negatif alternansta iken, beyz-emiter polarmasına ters yönde olduğundan, beyz-emiter polarması azalır. Beyz-emiter polarması azalınca beyz akımı dolayısıyla da emiter akımı azalır. Çıkış sinyali emiter uçlarından alındığından, çıkış sinyalinin pozitifliği azalır. Giriş sinyalinin pozitif alternansında ise beyz-emiter polarma gerilimi artar. Beyz polarma geriliminin artması beyz akımını, dolayısıyla da emiter akımını artırır. Bu durumda emiter uçlarındaki pozitiflik artar. Buradan da anlaşılacağı üzere kollektörü şase yükselteçlerde giriş ve çıkış sinyalleri aynı fazdadır.[2]

Kollektörü şase bağlantının özellikleri: Giriş empedansı büyüktür, çıkış empedansı küçüktür, güç kazancı azdır, akım kazancı yüksektir, gerilim kazancı 1'den küçük fakat 1'e yakındır, faz terslemesi yapmaz (aynı fazlıdır).[4]



Şekil 3.43. Kollektörü şase yükselteç devresi (Dinler ve Candan 1994)

Kollektörü şase yükselteçlerin Proteus Isis ile yapılan simülasyonunda elde edilen osiloskop görüntüleri Şekil 3.44'deki gibidir.

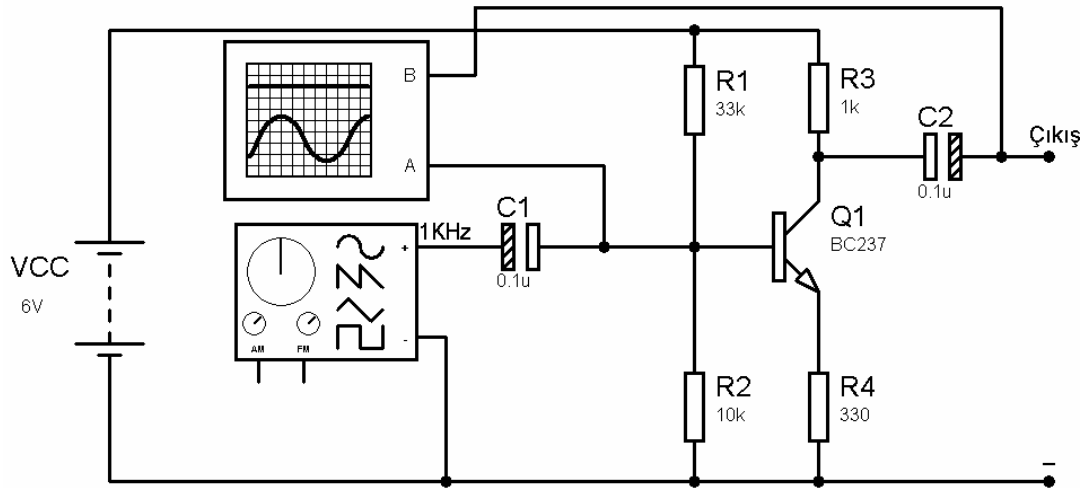


Şekil 3.44. Kollektörü şase yükseltecin sinyal girişi (a), sinyal çıkışı (b)

Deney yapım aşamasında, Şekil 3.43'deki bağlantıyı içeren Şekil 3.42'deki kollektörü ortak yükselteç deney modülü kullanılır. Gerekli bağlantılar yapılarak yükseltecin giriş ve çıkış uçlarına osiloskop bağlanır, giriş ve çıkış sinyalleri incelenir.

3.8.4. A sınıfı yükselteç

Bu yükselteçlerin iletim açısı 360° 'dir. Yükselteç yük doğrusunun orta noktasında çalışır. Bu çalışma şekli sinyalde kırılma olmadan çıkış alınmasını sağlar. Distorsiyonun (bozulma) çok küçük olması A sınıfı çalışmanın en büyük avantajıdır.[1]

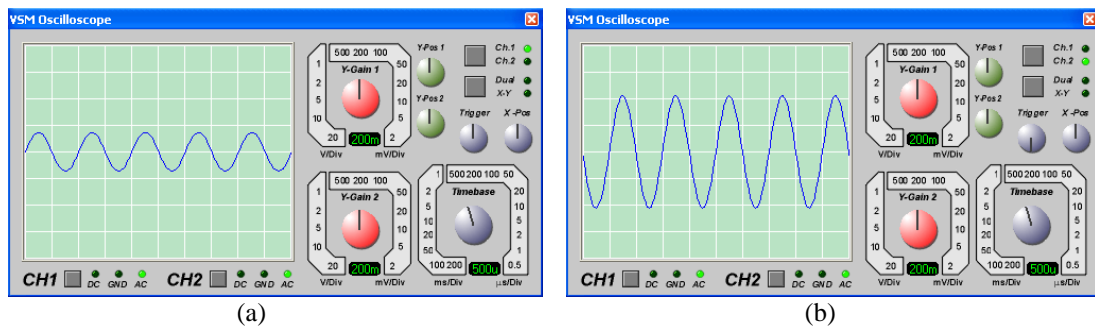


Şekil 3.45. A sınıfı yükselteç devresi (Dinler ve Candan 1994)

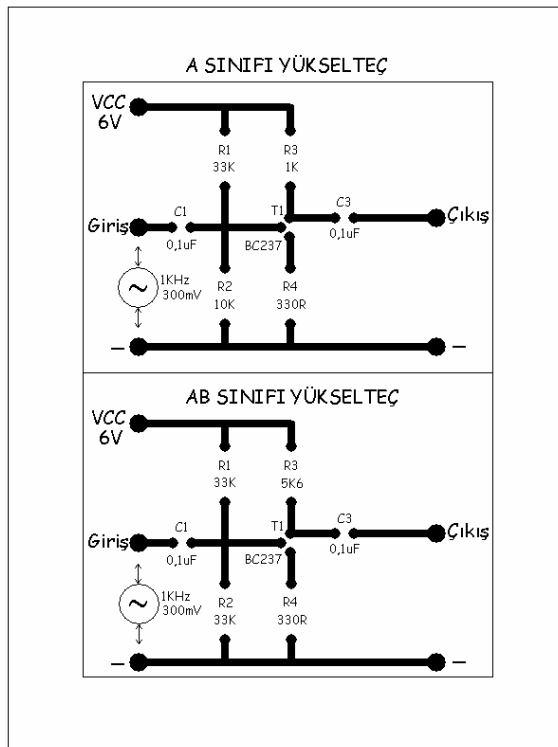
A sınıfı yükselteçler gücün bir kısmını boşa harcarlar. Özellikle küçük sinyal seviyelerinde bu fazladır. A sınıfı yükselteçlerde çalışma noktası yük doğrusunun

orta noktasıdır. Bu da kaynak geriliminin yarısının transistör üzerine düşmesi demektir. Transistör doyum akımının yarısını iletmektedir. Bu gerilim düşümü transistörde bir güç kaybına neden olmaktadır. Bu kayıp A sınıfında sabittir. Hiçbir sinyal yükseltilmese bile güç kaynağından akım çekilmektedir.[4]

Şekil 3.45'deki devrenin bağlantısı yapılarak, osiloskobun 1. kanalına devrenin girişi, osiloskobun 2. kanalına da devrenin çıkışı bağlanır. Proteus Isiste yapılan simülasyon analizi Şekil 3.46'da görülmektedir. Giriş ve çıkış sinyalleri arasındaki yükseltme ve distorsiyonun olmaması net bir şekilde görülmektedir.



Şekil 3.46. A sınıfı yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b)



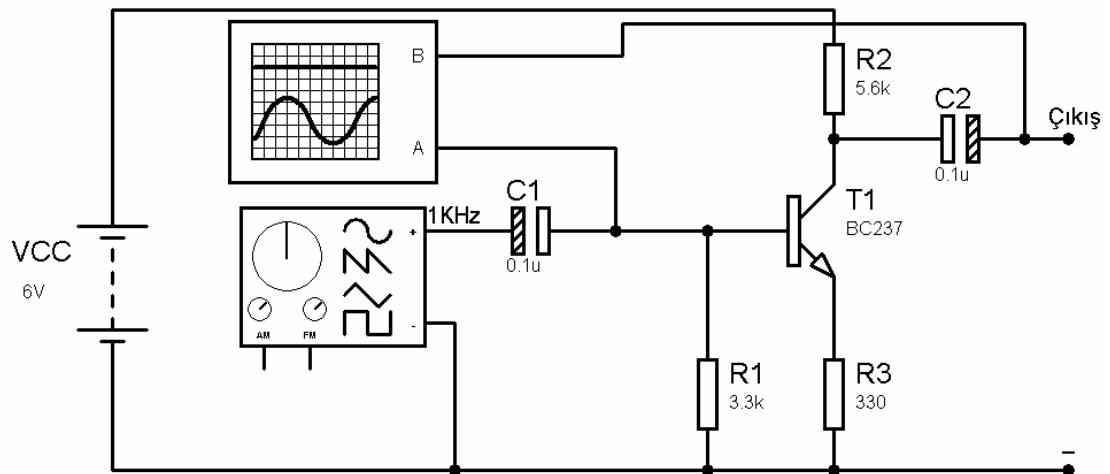
Şekil 3.47. A ve AB sınıfı yükselteç deney modülü baskı devresi

Bu deneyin yapımı için Şekil 3.47'deki deney modülünün A sınıfı yükselteç kısmı kullanılır. Gerekli bağlantılar yapılarak osiloskoptan giriş ve çıkış sinyalleri incelenir.

3.8.5. B sınıfı yükselteç

B sınıfı yükselteçlerde transistörü ilettime sokacak polarmayı sağlayıncaya kadar devreden akım akmaz. Bu da güç kaynağından sabit büyük bir akım çekilmesini önler. Bununla birlikte sinyalin sadece yarısı şiddetlendirilir. Bu durum fazladan distorsiyon oluşturur. Tek transistörlü bir B sınıfı yükselteç, ses yükseltmesi için kullanılmaz. Aksi takdirde ses çok kötü olur. [4]

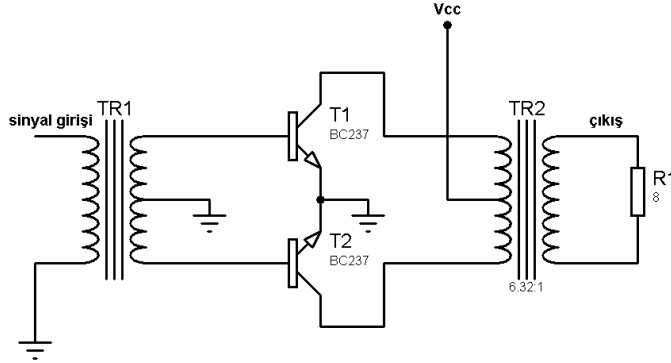
Bu yükselteçlerde iletim açısı 180° 'dir. Yükselteç kesim noktasında çalışır. Kollektör akımı sinyal uygulanmadığı durumda sıfır amperdir. Bunun için verimleri A sınıfı çalışan yükselteçlere göre çok büyüktür.[1] Şekil 3.48'de B sınıfı çalışan yükselteç devresi görülmektedir.



Şekil 3.48. B sınıfı yükselteç devresi (Dinler ve Candan 1994)

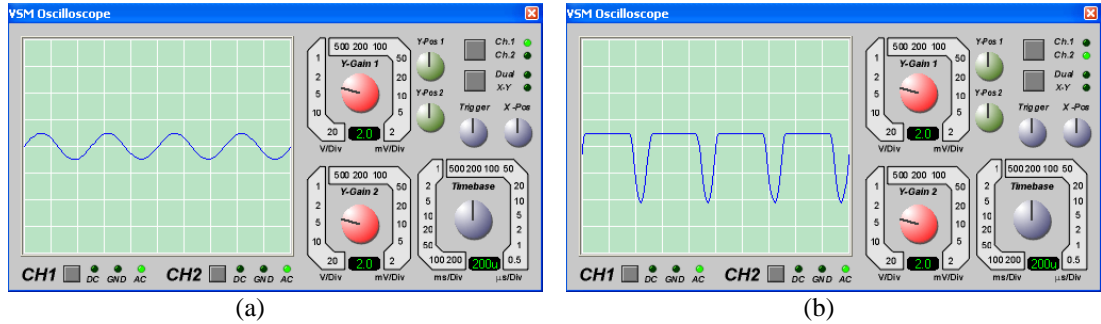
Genellikle B sınıfı yükselteçlerde iki transistör kullanılır. Bunlardan biri giriş sinyalinin pozitif alternansını, diğeri de negatif alternansını kuvvetlendirir. İki alternansın birleştirilmesi distorsiyonun büyük kısmını yok edecektir. Bu şekilde iki transistörün kullanılmasına push-pull denir.[4] Push-pull çalışan transistörlerde beyz

polarması sıfır volt olduğundan, push-pull transistörlerin iletim sırası değişirken geçiş distorsiyonu meydana gelir. Şekil 3.49'da push-pull çalışan B sınıfı yükselteç devresi görülmektedir.



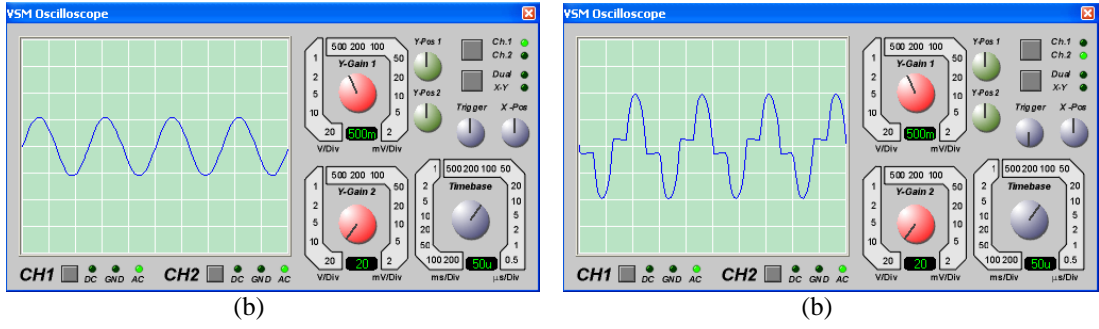
Şekil 3.49. B sınıfı push-pull yükselteç devresi (Öztürk ve Yarcı 1993)

Şekil 3.48'deki B sınıfı yükselteç devresinin Proteus Isiste yapılmış olan simülasyonundan alınan osiloskop görüntüsü Şekil 3.50'de görülmektedir.



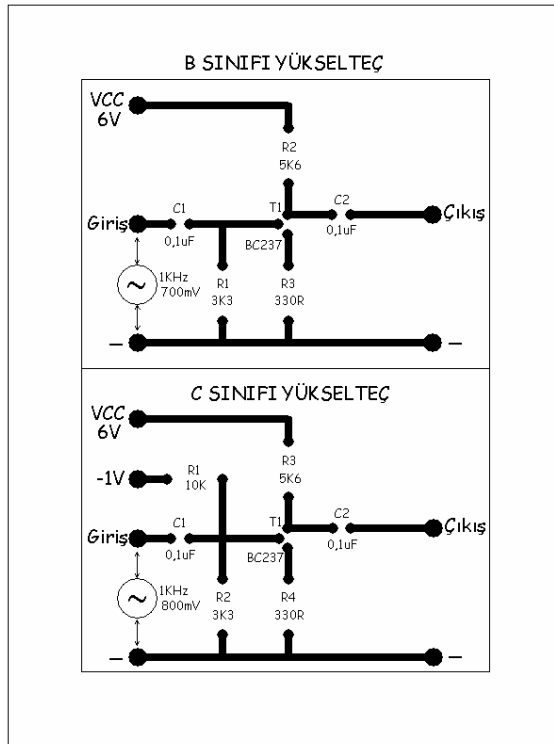
Şekil 3.50. B sınıfı yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b)

Şekil 3.49'daki B sınıfı push-pull çalışan yükselteç devresinin Proteus Isiste yapılan simülasyonundan alınan osiloskop görüntüsü Şekil 3.51'de görülmektedir. B sınıfı push-pull çalışan yükselteçlerde çıkış sinyalinin sıfır değerini aldığı noktalarda yani geçiş noktalarında önemli distorsiyon meydana gelir. Bu distorsiyona geçiş distorsiyonu denir.[7] Şekil 3.51b'de bu geçiş distorsiyonu açık bir şekilde görülmektedir.



Şekil 3.51. B sınıfı push-pull çalışan yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b)

Bu deneyin yapımı için şekil 3.52'deki modülün B sınıfı yükselteç kısmı kullanılır. Gerekli bağlantılar yapılarak osiloskoptan giriş ve çıkış sinyalleri incelenir.



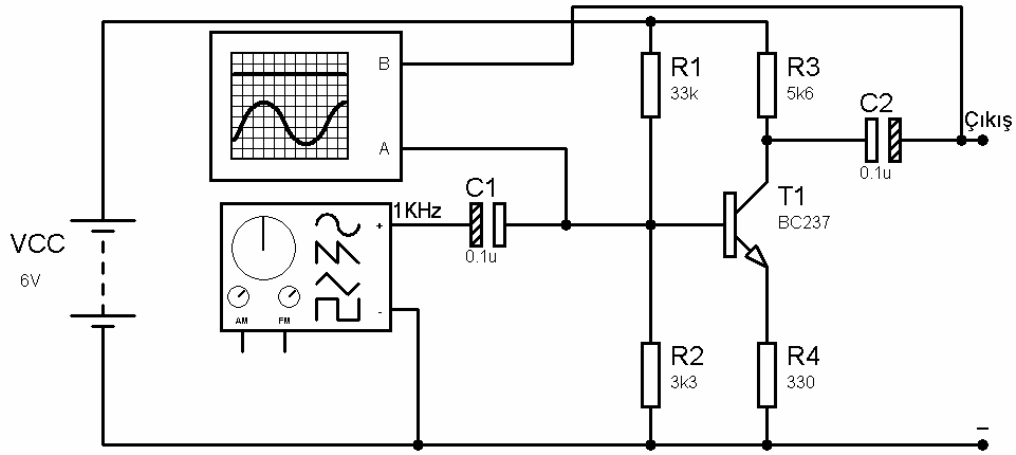
Şekil 3.52. B ve C sınıfı yükselteç deney modülü baskı devresi

3.8.6. AB sınıfı yükselteç

B sınıfı yükselteçlerde meydana gelen geçiş distorsiyonu küçük bir beyz ön polarmasıyla giderilir. Beyzdeki polarma sebebiyle yükselteçler A ve B sınıfına çalışma noktası arasında kesime yakın bir yerde çalışırlar. Çıkışta elde edilen sinyalin

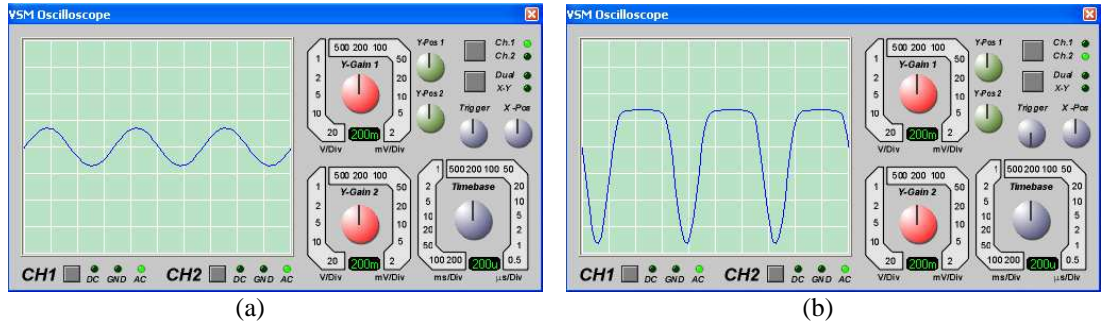
açısı $180^\circ \sim 360^\circ$ arasında değişebilir. AB sınıfının çalışma distorsiyonu küçük olup verimi kabul edilebilir değerlerdedir.

B sınıfı yükselteçlerdeki geçiş problemi beyz-emiter birleşiminin ileri polarması artırılarak giderilir. İleri polarma beyz-emiter gerilimi ile yükselteç AB sınıfı çalışmaya başlar. Karakteristiği A ile B arasındadır. Şekil 3.53'te AB sınıfı yükselteç devresi görülmektedir.



Şekil 3.53. AB sınıfı yükselteç devresi (Dinler ve Candan 1994)

AB sınıfı yükselteç devresinin Proteus Isis ile yapılan simülasyonunda osiloskoptan alınan görüntüler Şekil 3.54'deki gibidir.

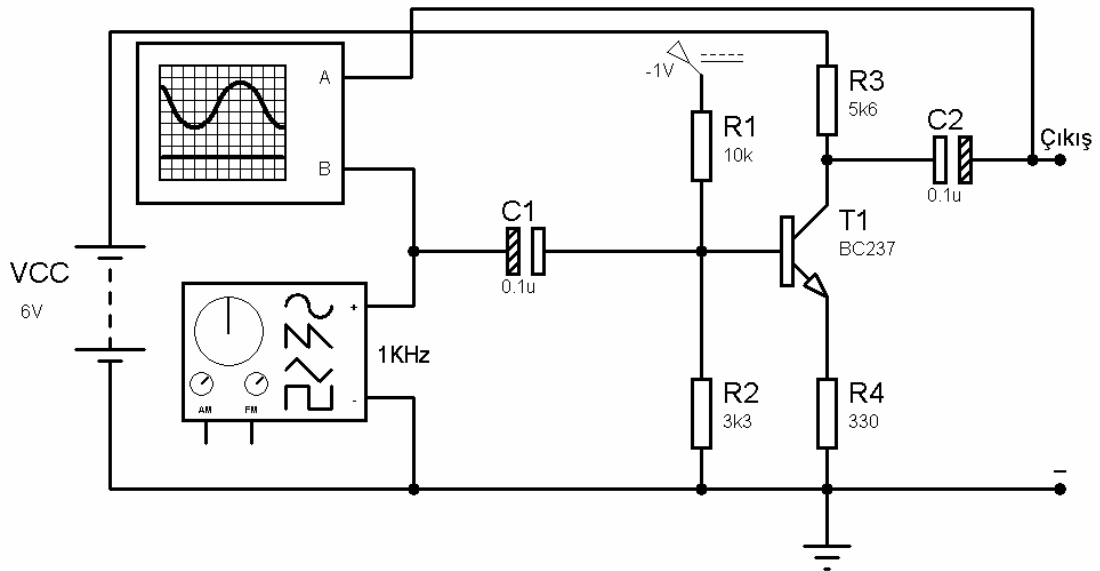


Şekil 3.54. AB sınıfı yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b)

AB sınıfı yükselteç deneyi Şekil 3.47'deki deney modülünün AB sınıfı yükselteç kısmı ile yapılır. Gerekli bağlantılar yapılarak osiloskoptan giriş ve çıkış sinyalleri incelenir.

3.8.7. C sınıfı yükselteç

Bu yükselteçlerde beyze negatif gerilim uygulanır ve kesim noktasının altında polarmalandırılırlar. Bu negatif gerilim transistörü ters polarmalandırdığından, girişe uygulanan sinyal transistörün ters polarma ve ileri yön polarmasını aştıktan sonra giriş sinyali saykılının küçük bir bölümü kollektörden alınabilir. Transistörün iletim açısı 90° veya daha az olduğundan elde edilen çıkış sinyali büyük bir distorsiyona uğrar. Bu yüzden C sınıfı yükselteçler ses frekans yükselteci olarak kullanılmazlar. Daha çok radyo frekansı yükselteçlerinde kullanılırlar.[1]

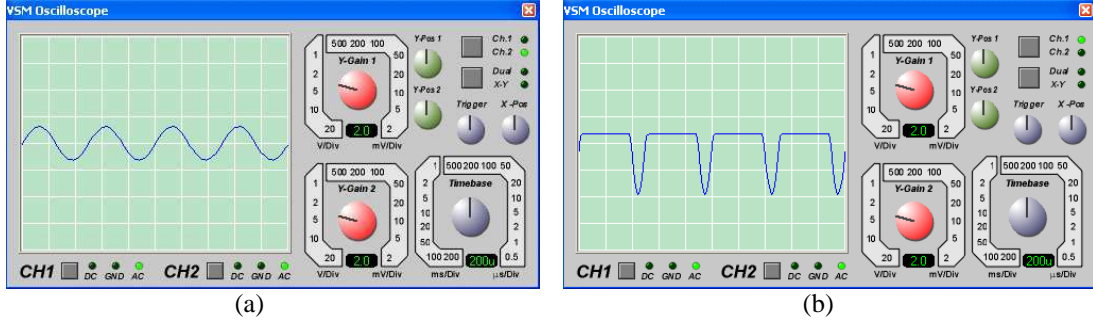


Şekil 3.55. C sınıfı yükselteç devresi (Dinler ve Candan 1994)

C sınıfı yükselteçlerde distorsiyon fazla olmasına rağmen verim çok yüksektir (%85 civarı). Dolayısıyla radyo frekans devrelerinde sıklıkla tercih edilirler.[4] Şekil 3.55'te C sınıfı yükselteç devresi görülmektedir.

Bu deneyin yapımında Şekil 3.52'deki deney modülün C sınıfı yükselteç kısmı kullanılır. Gerekli bağlantılar yapılarak osiloskoptan giriş ve çıkış sinyalleri incelenir.

Bu devrenin Proteus Isiste yapılan simülasyonunda elde edilen osiloskop görüntüleri ise Şekil 3.56'da görülmektedir.



Şekil 3.56. C sınıfı yükselteç giriş sinyali (a), çıkış sinyali (b)

BÖLÜM 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elektronik derslerinde gösterilen konuların deneyleri üzerine bir set tasarımı yapılmıştır. Öncelikle deney setinin hangi özellikler sahip olacağı düşünülmüş, yapılacak deneylere göre bu özellikler ortaya çıkarılmıştır.

Deney setinde temel elektronik konularından 23 deneyi içeren bir set tasarlanmıştır. Bu deneyler için ihtiyaç olan cihaz ve ölçü aletleri tespit edilmiştir: Güç kaynağı, osiloskop, sinyal jeneratörü ve multimetre.

Deneylerin yapılabilmesi için çeşitli özellikleri içeren bir güç kaynağı olması gerekmektedir. Buna göre deneylerde ihtiyaç duyulan 6 V ve 12 V alternatif gerilim ile; +5 V, -5 V simetrik besleme, +12 V, -12 V simetrik besleme voltajlarına sahip bir güç kaynağı elde edildi. Ayrıca yine deneylerde ihtiyaç duyulan değişik gerilimleri elde etmek için 0–40 V ayarlanabilir bir güç kaynağı imal edildi.

Osiloskop 2 MHz bant genişliğine sahip çift kanal bir ölçüm cihazıdır. Deney seti içerisine konulmak suretiyle, deneylerde sıklıkla ihtiyaç duyulan bu cihaz da set içerisine yerleştirildi. Böylece özellikle yükselteç devrelerinin giriş ve çıkışlarını inceleme fırsatı oluşturuldu.

Yükselteç deneylerini yaparken ihtiyacını hissettiğimiz sinyaller için, bir sinyal jeneratörü temin edilerek set içerisine yerleştirildi. Çıkış frekansı 0,2 Hz ~ 2 MHz aralığında olup, çıkış empedansı 50 ohmdur. Çıkış sinyali 20 mVp-p ile 20 Vp-p arasında ayarlanabilmektedir. Çıkış dalgası kare dalga, sinüs dalga ve üçgen dalga formundadır.

Deney setinde akım, gerilim, direnç, transistör ve kondansatör ölçme özelliğine sahip

multimetre kullanılmıştır. Multimetreler otomatik kademe geçişi (auto range) zelliğine sahiptir. Böylece deney esnasında ölçüm yaparken, ölçülecek akım veya gerilim bir st kademeye geçtiğinde ölçü aletinin komütatörünü değiştirme sıkıntısı olmayacaktır. Ayrıca multimetrelerin rakamları 8x20 mm büyüklüğünde olup, ölçülen değerlerin okunması kolaydır

Deney modülleri 150x200 mm boyutlarında çift yüzlü epoksi plaketten imal edilmiş olup, alt yüzey lehimleme için, st yüzey ise devre takibi için kullanılmaktadır. Plaketlere devre elemanları direk lehimlenmemiştir. İçerisinde yay bulunan 1 mm iç çapındaki pinler kullanılmış ve böylece bozulan elemanın lehimleme derdi olmadan anında değiştirilebilmesi sağlanmıştır. Plaketlerin stleri 3 mm kalınlığında pleksiglass malzeme ile kaplanarak hem estetik bir görüntü sağlanmış hem de plaketlerin mukavemeti arttırılmıştır.

Sonuç olarak, bu özelliklere sahip bir deney seti, derslerde konuların anlatımında ve deneylerin yapımında büyük kolaylıklar sağlayacaktır. Ayrıca diğer elektronik konularını içeren modüller de eklenerek deney setinin işlevselliği arttırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] DİNLER, A. ve CANDAN, N., "Atelye ve Laboratuvar II", Elif Ofset Matbaa, İstanbul, 1994
- [2] ÖZCAN, N. ve CİMBAR, S., "Elektik Elektronik Laboratuvar Deney Seti Öğretmen Deney Kitabı", MEB Eğitim Araçları ve Donatım Dairesi Başkanlığı Deney Seti Açıklama Kitabı, Ankara, 2001
- [3] ÇOLPAN, A., VURAL, H. ve BÖLÜK, N., "Temel Elektronik", Kozan ofset Matbaa, Ankara, 1996
- [4] ÖZTÜRK, O. ve YARCI, K., "Elektronik", Yazı Ofset, İstanbul, 1993
- [5] PEYNİRCİ, H. R., "Laboratuvar 1", Kaymaz Matbaası, İzmir, 2003
- [6] NAYMAN, M., "Laboratuvar 1", Özkan Matbaacılık, Ankara, 1997
- [7] TAMER, H., SAVAŞ, Y. ve ERGELEN, Z., "Elektronik I", Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1992

ÖZGEÇMİŞ

Bülent KOBAK 1970 yılında Balıkesir'de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Balıkesir'de tamamladıktan sonra 1989 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Öğretmenliği Bölümünü kazandı. 1993 yılında buradan mezun oldu. İlk olarak Bilecik Gölpaazarı Çok Programlı Lisesinde Elektrik Öğretmeni olarak göreve başladı. Halen Sakarya Fatih Endüstri Meslek Lisesinde bu görevini sürdürmektedir. Evli ve bir kız çocuk babasıdır.