

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

**ORCAD CAPTURE İLE GÜÇ YARIİLETKENLERİ
LABORATUVAR DENEYLERİNİN HAZIRLANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektronik Öğrt. Hasan BİBEROĞLU

Enstitü Anabilim Dalı : ELKTR. VE BİL. EĞİTİMİ

Tez Danışmanı : Prof.Dr. A. FERİKOĞLU

Eylül 2007

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORCAD CAPTURE İLE GÜÇ YARIİLETKENLERİ
LABORATUVAR DENEYLERİNİN HAZIRLANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektronik Öğrt. Hasan BİBEROĞLU

Enstitü Anabilim Dalı : ELKTR. VE BİL. EĞİTİMİ

Bu tez 13 / 09 /2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Abdullah FERİKOĞLU
Jüri Başkanı

Yrd.Doç. Dr. A.Fuat BOZ
Üye

Yrd.Doç.Dr. Ahmet TEŞNELİ
Üye

TEŞEKKÜR

Yapılan bu çalışmada fikirleriyle yardımcı olan arkadaşlarıma, benim için özel değeri olan Müge'ye, aileme ve hocam Prof. Dr. Abdullah Ferikoğlu beyefendiye, yönlendirme ve yardımlarından dolayı fen bilimleri enstitüsü personeline teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
PSPICE VE ORCAD CAPTURE İLE SİMÜLASYON	2
2.1. Simülasyonun Gerçek Hayatla İlişkisi	2
2.2. Pspice ve Orcad Capture ile Simülasyon	2
2.2.1. Pspice	2
2.2.2. Cadence Orcad-Pspice	6
2.2.3. Orcad Capture	10
2.2.4. Orcad Capture menüsünün tanıtımı.....	13
2.2.5. Araç kutusu	20
2.2.6. Araç paleti	21
2.2.7. Eleman ekleme.....	24
2.2.7.1. Güç kaynağı (power supply) ekleme	25
2.2.7.2. Toprak (ground – 0) ekleme	26
2.2.7.3. Hat (wire) çizimi	26
2.2.7.4. Yol (Bus) çizimi.....	27

2.2.8. Edit part.....	28
2.2.9. Sık kullanılan kısa yol tuşları.....	28
BÖLÜM 3.	
MACROMEDIA DREAMWEAVER İLE ARAYÜZ OLUŞTURULMASI ...	29
3.1. Macromedia Dreamweaver Programına Giriş	29
3.2. Macromedia Dreamweaver ile Arayüz Oluşturulması	29
3.3. Köprü Kavramı ve Dosyalar Arası Köprü ile Link Verilmesi	32
BÖLÜM 4.	
YARIM VE TAM DALGA DOĞRULTMA DENEYLERİ	33
4.1. L Elemanları ile Oluşturulmuş Bir Orta Uçlu Trafo Yardımıyla Oluşturulan Yarım ve Tam Dalga Doğrultma Deneyleri	33
4.1.1. Deneyin amacı	33
4.1.2. Deneyle ilgili teorik bilgi	33
4.1.3. Deneyde kullanılan malzemeler.....	33
4.1.4. Deney bağlantı şeması.....	34
4.1.5. Deneyin işlem basamakları	35
4.1.6. Deneye ait grafikler	36
4.1.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler	38
4.2. Üç Fazlı Kaynak ile Köprü Tipi Tam Dalga Doğrultma Deneyi	39
4.1.1. Deneyin amacı	39
4.1.2. Deneyle ilgili teorik bilgi	39
4.1.3. Deneyde kullanılan malzemeler.....	40
4.1.4. Deney bağlantı şeması.....	40
4.1.5. Deneyin işlem basamakları	40
4.1.6. Deneye ait grafikler	42
4.1.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler	44
4.3. Prezisyonlu (Hassas) Yarım ve Tam Dalga Doğrultma Deneyleri	45
4.1.1. Deneyin amacı	45
4.1.2. Deneyle ilgili teorik bilgi	45
4.1.3. Deneyde kullanılan malzemeler.....	47
4.1.4. Deney bağlantı şeması.....	47
4.1.5. Deneyin işlem basamakları	48

4.1.6. Deneye ait grafikler	48
4.1.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler	50
BÖLÜM 5.	
REGÜLATÖR DENEYLERİ	52
5.1. D1N 750 = 4.7 V 'luk Zener Diyot Kullanılarak Yapılan Regülatör Deneyi.....	52
5.1.1. Deneyin amacı	52
5.1.2. Deneyle ilgili teorik bilgi	52
5.1.3. Deneyde kullanılan malzemeler.....	53
5.1.4. Deney bağlantı şeması.....	53
5.1.5. Deneyin işlem basamakları	54
5.1.6. Deneye ait grafikler	59
5.1.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler	60
5.2. Zener Diyot ve Opampla Yapılan Düşük Akımlı Regülatör Deneyi	61
5.2.1. Deneyin amacı	61
5.2.2. Deneyle ilgili teorik bilgi	61
5.2.3. Deneyde kullanılan malzemeler.....	63
5.2.4. Deney bağlantı şeması.....	63
5.2.5. Deneyin işlem basamakları	63
5.2.6. Deneye ait grafikler	65
5.2.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler	66
5.3. Çıkış Gerilimi Ayarlı Gerilim Regülatörünün İncelenmesi Deneyi	67
5.3.1. Deneyin amacı	67
5.3.2. Deneyle ilgili teorik bilgi	67
5.3.3. Deneyde kullanılan malzemeler.....	69
5.3.4. Deney bağlantı şeması.....	70
5.3.5. Deneyin işlem basamakları	70
5.3.6. Deneye ait grafikler	72
5.3.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler	75

BÖLÜM 6.

GERİLİM KONTROLLÜ ANAHTARLA GÜÇ KAYNAKLARI

(SMPS–SWITCH MODE POWER SUPPLIES).....	76
6.1. Buck Konvertör (Dc – Dc Dönüştürücü) Deneyi.....	76
6.1.1. Deneyin amacı	76
6.1.2. Deneyle ilgili teorik bilgi	76
6.1.3. Deneyde kullanılan malzemeler.....	77
6.1.4. Deney bağlantı şeması.....	77
6.1.5. Deneyin işlem basamakları	78
6.1.6. Deneye ait grafikler	78
6.1.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler	83
6.2. Buck Konvertörde Güç Kaybının İncelenmesi ve Telafisi	84
6.2.1 Deneyin amacı	84
6.2.2 Deneyle ilgili teorik bilgi	84
6.2.3 Deneyde kullanılan malzemeler	84
6.2.4 Deney bağlantı şeması	85
6.2.5 Deneyin işlem basamakları	85
6.2.6 Deneye ait grafikler	86
6.2.7 Deney sonucu, problemler ve öneriler	89
6.3. Buck Konvertörde Değişken Yük Durumlarına Karşı Sabit Gerilim Çıkışı Elde Edilmesi (Voltage Mode Control)	90
6.3.1 Deneyin amacı	90
6.3.2 Deneyle ilgili teorik bilgi	90
6.3.3 Deneyde kullanılan malzemeler	92
6.3.4 Deney bağlantı şeması	93
6.3.5 Deneyin işlem basamakları	93
6.3.6 Deneye ait grafikler	95
6.3.7 Deney sonucu, problemler ve öneriler	97

BÖLÜM 7.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	98
----------------------------	----

KAYNAKLAR.....	99
EKLER	100
ÖZGEÇMİŞ.....	101

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

C	: Kondansatör
D	: Diyot
E1 (ETABLE)	: Gerilim Kontrollü Gerilim Kaynağı (GKGK)
G1	: Gerilim Kontrollü Akım Kaynağı
Q	: Bipolar transistör
AC	: Alternate current
DC	: Direct Current (Doğru akım)
TF	: Transfer fonksiyonu
A/D	: Analog / Dijital
Ω	: Ohm (Direnç birimi)
L	: Bobin
Lp	: Primer sargı olarak bobin
Ls	: Sekonder sargı olarak bobin
HTML	: Hyper Text Markup Language
I	: Elektrik akımı
V	: Volt (gerilim)
.lib	: lib uzantılı dosyalar (eleman kütüphane dosyaları)
PER	: periyot
Rvar	: değişken değerli direnç
VCTRL	: Kontrolü sağlayan gerilim kaynağı
Td	: Gecikme zamanı (time delay)
Tr	: Yükselme Zaman aralığı
Tf	: Düşme Zaman aralığı
PW	: İletimde kalma zaman aralığı (pulse wide)
Vref	: Referans gerilimi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Orcad Capture – Lite Edition programının çalıştırılması.....	10
Şekil 2.2.	Programın alt menülerinden File menüsünün alt menüleri.....	11
Şekil 2.3.	Yeni bir dosya oluştururken dosyaya isim verilmesi ve konumunun belirlenmesi	11
Şekil 2.4.	Çalışılacak dosya türünün Analog or Mixed Signal Circuit Wizard olarak belirlenmesi	12
Şekil 2.5.	Çalışılacak dosya türünün PC Board Wizard olarak belirlenmesi	12
Şekil 2.6.	Çalışılacak dosya türünün Programmable Logic Wizard olarak belirlenmesi	13
Şekil 2.7.	Çalışılacak dosya türünün Schematic olarak belirlenmesi	13
Şekil 2.8.	Capture menüsü.....	13
Şekil 2.9.	File menüsü.....	14
Şekil 2.10.	Edit menüsü.....	15
Şekil 2.11.	View menüsü	16
Şekil 2.12.	Place menü.....	17
Şekil 2.13.	Options menü.....	18
Şekil 2.14.	Window menü.....	19
Şekil 2.15.	Help menü.....	20
Şekil 2.16.	Araç kutusu.....	20
Şekil 2.17.	Araç paleti.....	21
Şekil 2.18.	Çalışma ortamına eleman eklerken kullanıcının karşısına çıkan pencere.....	24
Şekil 2.19.	Devreye power eklerken kullanıcının karşısına çıkan pencere.....	25
Şekil 2.20.	Devreye toprak eklerken kullanıcının karşısına çıkan pencere....	26

Şekil 2.21.	Hat çizimine bir örnek	26
Şekil 2.22.	Yol (Bus) girişlerinin numaralandırılması	27
Şekil 2.23.	Edit part penceresi.....	28
Şekil 3.1.	Dreamweaver programının çalıştırılması.....	30
Şekil 3.2.	Dreamweaver' da yeni kullanılacak olan çalışma sayfasının programlama dili seçimi	30
Şekil 3.3.	Deney laboratuvarı arayüzü.....	31
Şekil 3.4.	Nesnenin köprü ile dosyaya bağlanması	32
Şekil 4.1.1.	Doğrultma deneyi devreleri	34
Şekil 4.1.2.	1N 4148 diyotlarının Bv değerlerinin değiştirilmesi	35
Şekil 4.1.3.	Çıkış eğrilerinin V probuyla elde edilmesi	36
Şekil 4.1.4.	V1 kaynağının genliğinin ölçülmesi	36
Şekil 4.1.5.	Ls1 ve Ls2 genliklerinin V probuyla ölçülmesi	36
Şekil 4.1.6.	Ls1 ve Ls2 genliklerinin gözlenmesi	37
Şekil 4.1.7.	Yarım ve tam dalga çıkış eğrileri	37
Şekil 4.1.8.	Sekonder uçları	38
Şekil 4.2.1.	Üç fazlı kaynağın wt eksenindeki sinyal eğrileri	39
Şekil 4.2.2.	Üç fazlı tam dalga doğrultma devresi	40
Şekil 4.2.3.	V1, V2, V3 kaynaklarının faz değerlerinin değiştirilmesi	41
Şekil 4.2.4.	1N 4148' in Bv değerinin değiştirilmesi	42
Şekil 4.2.5.	Çıkış eğrilerinin V probu yardımıyla elde edilmesi	42
Şekil 4.2.6.	Farklı fazlardaki V1, V2 ve V3 kaynak gerilimleri	42
Şekil 4.2.7.	1N 4148' lerin Bv değerleri 220V' tan küçük iken elde edilen Vo çıkış eğrisi	43
Şekil 4.2.8.	1N 4148' lerin Bv değerleri 220V' tan büyük iken elde edilen Vo çıkış eğrisi	43
Şekil 4.2.9.	C elemanı ile elde edilen çıkış eğrisi	43
Şekil 4.3.1.	Hassas (prezisyonlu) yarım dalga doğrultucu	45
Şekil 4.3.2.	Şekil 4.3.1' deki yarım dalga doğrultucunun giriş çıkış özeğrisi	46
Şekil 4.3.3.	Hassas (prezisyonlu) tam dalga doğrultucu	46
Şekil 4.3.4.	UA 741' le doğrultma deneyi devreleri	47
Şekil 4.3.5.	Diyotla yapılmış yarım dalga doğrultucu ve çıkış eğrisi	48

Şekil 4.3.6.	Giriş ve çıkış gerilim eğrileri	49
Şekil 4.3.7.	Farklı Vin değerlerinde çıkış eğrileri	50
Şekil 4.3.8.	Eviren toplayıcı devresi kullanılarak elde edilen tam dalga doğrultucunun çıkış eğrisi	50
Şekil 4.3.9.	Eviren yükselteç devresi	51
Şekil 4.3.10	Eviren yükselteç çıkışı	51
Şekil 5.1.1.	Zener diyot sembolü	52
Şekil 5.1.2.	Zener diyot karakteristik eğrisi	52
Şekil 5.1.3.	4.7V' luk zener diyotla regüle devresi	53
Şekil 5.1.4.	Analiz tipini belirleme, isimlendirme ve değer aralıklarının girilmesi	54
Şekil 5.1.5.	Iz akımının +V yönünde ölçülmesi	54
Şekil 5.1.6.	Ters gerilim-akım eğrisi	55
Şekil 5.1.7.	Doğru yöndeki ölçüm	55
Şekil 5.1.8.	Doğru yönde gerilim-akım eğrisi	55
Şekil 5.1.9.	IR1 akım eğrisi	56
Şekil 5.1.10.	IR2 akım eğrisi	56
Şekil 5.1.11.	R2 direnci devreden çıkarıldıktan sonra elde edilen Iz-Vz grafiği	57
Şekil 5.1.12.	R2 direnci devreden çıkarıldıktan sonra elde edilen IR1-V2 grafiği	58
Şekil 5.1.13.	Farklı V2 değerlerine göre çıkış eğrisi	59
Şekil 5.1.14.	Edit spice model' den Vz değerinin değiştirilmesi	60
Şekil 5.2.1.	Seri regülatörün blok diagramı	61
Şekil 5.2.2.	Opampli gerilim regülatörü	62
Şekil 5.2.3.	UA 741 kullanılarak yapılan düşük akımlı regülatör devresi	63
Şekil 5.2.4.	Parametrik değerlerin ayarlanması	64
Şekil 5.2.5.	Elemanlar ilk değerlerinde iken elde edilen çıkış gerilim eğrisi	65
Şekil 5.2.6.	$R2 = r_{var} = 1\Omega$ ile $1k\Omega$ arasındayken elde edilen çıkış gerilim eğrisi	65
Şekil 5.2.7.	$R2 = 1k\Omega$ iken çıkış akım eğrisi	65

Şekil 5.2.8.	$R2 = r_{var} = 1k\Omega$ ile $50k\Omega$ arasındayken elde edilen çıkış akım eğrisi	66
Şekil 5.3.1.	Opampli, ayarlanabilir gerilim regülatörü	68
Şekil 5.3.2.	Regülatör çıkış geriliminin yükseltilmesi için kullanılan devre	69
Şekil 5.3.3.	UA 741 kullanılarak yapılan çıkış gerilimi ayarlı regülatör	70
Şekil 5.3.4.	Parametrik değerlerin ayarlanması	71
Şekil 5.3.5.	$R_{var} = 1k\Omega$ sabit ve $R1 = 5k\Omega - 5k\Omega$ olarak ayarlanması ve yük direncinden geçen akım eğrisi	72
Şekil 5.3.6.	$R_{var} = 1k\Omega$ sabit ve $R1 = 2.5k\Omega - 7.5k\Omega$ iken çıkıştaki yükten geçen akım eğrisi	73
Şekil 5.3.7.	$R_{var} = 100\Omega - 1k\Omega$ arasında ve 100Ω ' luk artışlarla değer alırken üzerinden geçen akım eğrisi	73
Şekil 5.3.8.	$R_{var} = 1k\Omega - 500k\Omega$ arasında ve $5k\Omega$ ' luk artışlarla değer alırken üzerinden geçen akım eğrisi	74
Şekil 5.3.9.	$R_{var} = 1k\Omega - 500k\Omega$ arasında ve 100Ω ' luk artışlarla değer alırken üzerinde düşen gerilim eğrisi	74
Şekil 6.1.1.	Buck konvertör devresi	77
Şekil 6.1.2.	V_{pulse} kaynağında uygun değerlerin girilmesi	78
Şekil 6.1.3.	S1 anahtarında V_{on} ve V_{off}	78
Şekil 6.1.4.	$R_{var} = 1k\Omega - 150k\Omega$ değerlerine karşılık elde edilen çıkış eğrisi	78
Şekil 6.1.5.	$C_{var} = 10\mu f - 25\mu f - 50\mu f - 100\mu f$ değerlerine karşılık elde edilen çıkış eğrileri	79
Şekil 6.1.6.	$V1 = [10V, 12V, 14V, 16V, 18V \text{ ve } 20V]$ ve $L = 100\mu H$ iken çıkış eğrisi	79
Şekil 6.1.7.	$L = 50\mu H$ iken gözlenen çıkış eğrisi	79
Şekil 6.1.8.	L değeri arttırıldığında ($100\mu H$) çıkış genliğine etkisi	80
Şekil 6.1.9.	Elemanların üzerinde harcanan güç değerleri ve eğrileri	81
Şekil 6.2.1.	Buck konvertör devresi	85
Şekil 6.2.2.	V_{pulse} kaynağında uygun değerlerin girilmesi	85
Şekil 6.2.3.	S1 anahtarında V_{on} ve V_{off} değerleri	85
Şekil 6.2.4.	Devrenin ilk değerleri ile elde edilen çıkış eğrisi	86
Şekil 6.2.5.	Çıkış genliği üzerinde ripple	86

Şekil 6.2.6.	Devrede D1 diyodu yerine SW2 anahtarı bağlanması	88
Şekil 6.3.1.	SMPS voltaj mod kontrol devresi	93
Şekil 6.3.2.	ETABLE' da sınır değerlerinin ayarlanması	94
Şekil 6.3.3.	Gerilim kontrollü akım kaynağında kazanç değerinin ayarlanması	94
Şekil 6.3.4.	1N 751 ($V_z = 5.1V$)	94
Şekil 6.3.5.	ETABLE, G1, SW1 ve EVREF' in değerlerinin ayarlanması	95
Şekil 6.3.6.	VTR1 kaynağı tarafından ETABLE ' a uygulanan, genliği 5V olan üçgen dalga sinyali	95
Şekil 6.3.7.	EVREF kaynağı tarafından G1' e uygulanan genliği 5V olan kare dalga sinyali	96
Şekil 6.3.8.	$RL = 5\Omega$ iken görülen çıkış gerilim eğrisi	96
Şekil 6.3.9.	RL' nin 5Ω ile $1k\Omega$ arasında ve 50Ω ' luk adımlar sonucu oluşan çıkış gerilim eğrisi	97
Şekil 6.3.10.	RL' nin $1k\Omega$ ile $100k\Omega$ arasında ve $5k\Omega$ ' luk adımlar sonucu oluşan gerilim eğrisi	97

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 5.1.1.	V_2 deęişimlerine göre V_{R2} değerleri	59
Tablo 6.1.1.	Şekil 6.1.1' deki değerler ilk başta sabit tutulup, elemanların değerlerinin değiştirilmesi	81
Tablo 6.2.1.	D1 ve SW2 üzerinde harcanan güç değerlerinin karşılaştırılması ..	88
Tablo 6.3.1.	VTR1' e ait değerler	91
Tablo 6.3.2.	ETABLE'a ait değerler	91

ÖZET

Anahtar kelimeler: Orcad Capture, pspice, schematic, buck konvertör, doğrultucu, regülasyon, opamp

Pspice simülatörü, yazılım olarak devre simülasyonu yapmak için kullanılan bir devre analizi programıdır.

Kullanıcıyı, kimi zaman karmaşık devrelerin simülasyonunda ve devreyi yazılım olarak oluşturmada zorlamıştır. Sonraki yıllarda Cadence Orcad firması pspice programını geliştirmiş ve şematik versiyonunu ortaya çıkarmıştır. Şematik versiyonun en önemli avantajı kullanıcıyı uzun yazılımlardan kurtarması ve elemanlarla devre oluşumunu sağlamasıdır.

Bu tez çalışması yedi bölümden oluşmaktadır :

Birinci bölümde simülasyon hakkında bilgi sunulmuştur. İkinci bölümde, tezde kullanılan Orcad Pspice simülatörü kısaca tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde sanal laboratuvarın arayüzünün tasarımında kullanılan dreamweaver programından bahsedilmiştir.

Tezin gövdesini oluşturan dördüncü, beşinci ve altıncı bölümlerde, sanal ortamda kullanılmak üzere geliştirilen dokuz adet güç yarıiletkeni deneyi, devre şemaları ve deney föyleri ile birlikte cd' de yer almıştır.

Yedinci bölüm, sonuçları ve önerileri içermektedir.

Ayrıca bu çalışmada, bilgisayar laboratuvarında deneyleri uygulamak için, autorun olarak çalışan CD hazırlanmış ve kullanıcı için dreamweaver programını kullanarak bir arayüz oluşturulmuştur. Bu arayüzde deneylerle ilgili dökümanlara ve devre uygulamalarına linkler verilmiş ve öğrenci için kullanımı kolay hale getirilmiştir.

PREPARING WITH ORCAD CAPTURE OF POWER SEMICONDUCTORS' EXPERIMENTS

SUMMARY

Key words: Orcad Capture, pspice, schematic, buck convertor, rectifier, regulation, opamp

Pspice Simulator is a circuit analyse program that is used to simulate the circuit by using software. It has been put pressure on mixed circuits simulation. In next years Cadence Orcad company has advanced pspice and producted schematic version. The most important advantage of schematic version is set up circuits with circuit parts and without long software expressions.

This thesis work is comprised of seven chapters. In the first chapter, some information about simulation is provided. In the second chapter, Orcad Pspice simulator used in the work is presented. In the third chapter, the dreamweaver program used in the design of the interface of the virtual laboratory is mentioned.

The fourth, fifth and sixth chapters, which constitute the bulk of the work, include the circuit schematics and experimental folios of the developed nine power semiconductor experiments intended to be used in a virtual environment. In the last chapter results and suggestions are provided.

In addition, for applying experiments in laboratory a cd has prepared and an opening screen has built by using dreamweaver program. In this opening screen, there are documents and In application, the opening screen has designated for user by using dreamweaver shareware version . In the opening screen Links have been put into circuit applications and documents about experiments .

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bir sistemin simülasyonu, bu sistemi temsil edebilecek bir model oluşturma işlemidir [1]. Geniş bir tanımla simülasyon; teorik ya da gerçek fiziksel bir sisteme ait neden-sonuç ilişkilerinin bir bilgisayar modeline yansıtılmasıyla, değişik koşullar altında gerçek sisteme ait davranışların bilgisayar modelinde izlenmesini sağlayan bir modelleme tekniği olarak tanımlanmıştır.

Bir başka ifadeyle simülasyon, uzun vadede gerçek deneyimler ve gerçek yanılgılar ile ulaşılabilecek tecrübenin, bilgisayar tarafından canlandırılan tamamen güvenli bir ortamda kazanılmasını mümkün kılar.

Bu çalışmaya konu olan uygulamalar da farklı değerler ile oluşturulmuş ve giriş çıkış durumları gözlenmiştir.

Uygulamalarda doğrultma, regüle ve dc-dc konvertör devreleri ile çalışılmıştır.

Çalışmada, laboratuvar ortamında kolaylık sağlama amacıyla da bir cd hazırlanmış ve dreamweaver programından da yararlanılarak kullanım kolaylığı sağlanmıştır .

BÖLÜM 2. PSPICE VE ORCAD CAPTURE İLE SİMULASYON

2.1. Simülasyonun gerçek hayatla ilişkisi

Simülasyon, gerçek hayata en yakın metod olması, ilginç ve motive edici yönleri nedeni ile diğer metotlara göre gittikçe fazla popülerlik kazanan bir yöntemdir. Eğitimsel simülasyon, bir olay veya aktivitenin etkileşim sonucu öğrenilmesini sağlayan modellemedir. Simülasyonların iki önemli özelliği vardır :

- Belli bir modele dayanması,
- Etkileşim sonucu öğrenme.

Gerçekle simülasyon arasındaki farklılık; gerçek film - çizgi film, fotoğraf - karikatür farklılığına benzer. Yani simülasyon, gerçek sistemin tüm ayrıntılarını vermeyebilir. Simülasyonlar, öğrencilerin olaylar ve süreçler hakkında kendi bilişsel modellerini oluşturmasını, araştırmasını, uygulamasını ve bilgilerini etkili bir şekilde geliştirmesini amaçlar.

2.2. Pspice ve Orcad Capture ile simülasyon

2.2.1. Pspice

SPICE (Simulation Program for Integrated Circuits Emphasis) elektronik devreleri bilgisayar ortamında simüle etmek için yazılmış bir programdır. PSPICE ise Cadence/Orcad firmasının Windows tabanında çalışan, bilgisayar destekli tasarım ve simülasyon programıdır.

Önceki yıllarda yapılan pspice uygulamalarında devreler, yazılım olarak oluşturulmakta idi. Yapılan bu uygulama ile pspice eleman tanımlamalarından oluşturulmuş kütüphanesinden faydalanarak devreler şematik olarak kurulmuştur.

Elemanlar ile ilgili tüm parametreler hazır devre modelinin içinde bulunduğundan kullanıcıdan kaynaklanabilecek hatalar en aza indirilmiş ve Pspice ile devre simülasyonu daha da kolay hale gelmiştir.

Genel amaçlı devre programı olan Pspice elektrik ve elektronik devrelerin simülasyonu ve hesaplamaları için kullanılmaktadır. Bir devrenin Pspice'ta nasıl tanımlanacağı hangi analiz tiplerinin kullanılacağını ve çıkış değişkenlerinin nasıl tanımlanacağını sizlere anlatacağım. Bir devreyi tanımlamak ve analiz etmek için aşağıdaki ifadelerin uygulanması gerekmektedir;

Düğüm

Eleman değerleri

Devre elemanları

Eleman modelleri

Kaynaklar

Analiz tipi

Çıkış değişkenleri

Çıkış komutları

Devre dosyalarının formatları / Çıkış dosyalarının formatları

Düğüm

Elemanlar şekilde gösterildiği gibi birbirlerine düğümlerle bağlanırlar düğümler sıfırdan başlayarak değerler verilir. Sıfır düğümü programda toprak olarak tanımlanır. R1752 gibi...

Eleman değerleri

Elemanların değerleri düğüm numaralarından sonra yazılır.

$5 \times 10^3 \text{ ohm} = 5 \text{ K} = 5\text{E}+3$ gibi

Devre elemanları

İsimler devre elemanlarına karşılık gelen harflerle başlamalıdır. Fakat bu harfler sonra gelen rakam veya harf gelebilir. Devre elemanlarının isminin uzunluğu en fazla 8 karakter olabilir.

- C Kondansatör
- D Diyot
- E Gerilim Kontrollü Gerilim Kaynağı (GKGK)
- F Akım kontrollü Akım Kaynağı (AKAK)
- G Gerilim Kontrollü Akım Kaynağı
- J Jfet

gibi birçok elektronik elemanların ilk harflerinin yazılımı ile tanımlarız.

Eleman modelleri

Bazı devrelerde elemanlar diğer parametrelere bağımlı olabilir veya ilk değerleri olabilir örneğin bir indüktansın başlangıç değeri veya sıcaklık değerleri belirlenir. $V_g = 10 \sin(2\pi \times 1000 t)$ gibi

Kaynaklar

Gerilim veya akım kaynakları bağımlı veya bağımsız olabilirler. Kaynak; Doğru Akım, Sinüsoidal, Exponansiyel, Parçalı lineer veya Polinom şeklinde olabilir. Kaynakların yazım formatı aşağıdaki gibidir;

Analiz tipleri

Pspice bir çok analiz tipi mevcuttur.

DC analiz

Bir gerilim veya akım kaynağının DC süpürmesi (.DC)

DC çalışma noktası (.OP)

Transfer fonksiyonu (.TF)

Hassasiyet (.SENS)

Sıcaklık analizi

Geçici durum analizi

Zaman domeni cevabı (.TRAN)

Fourier analizi (.FOUR)

AC analiz

Frekans cevabı (.AC)

Gürültü analizi (.NOISE)

Çıkış değişkenleri

Pspice çıkış gerilimlerini veya akımlarını yazdırma veya çizdirme özelliğine sahiptir.

Çıkış komutları

En yaygın çıkış komutları sonuçların yazdırılması veya çizdirilmesi şeklindedir. DC süpürme, frekans cevabı vb. analiz sonuçlarını tablo biçiminde yazdırabilir veya çizdirebiliriz.

Sonuçları tablo biçiminde yazdırmak için .PRINT

Grafiksel olarak elde etmek için .PROBE komutları kullanılmaktadır.

Devre dosyalarının formatları

Pspice'ta oluşturulan dosya temel olarak 5 kısımdan meydana gelir:

1. Başlık : Devre tipini veya herhangi bir komutu etkilemeyen başlık.
2. Devre tanımlanması : Devre elemanları ve model parametreleri tanımlanır.
3. Analiz tanımlanması : Burada da analiz tipi belirlenir.
4. Çıkış : İstenen sonuçları elde edildiği kısımdır.
5. Dosya sonu : .END komutu ile bitirilir.

2.2.2. Cadence Orcad-Pspice

OrCAD-PSpice, analog/dijital ve karışık işaretli devrelerin davranışlarını modelleyen bir simülasyon programıdır.

2.2.2.1. Başlıca özellikleri

- a) Tasarım girişi ve düzenleme: 18,000'den fazla simülasyon modeli içeren PSpice model kütüphanelerindeki tanımlarla, dünyanın en popüler şematik giriş sistemi olan OrCAD Capture ve OrCAD Capture CIS kütüphanelerindeki parçaları kullanarak şematik tasarımlarınızı oluşturabilirsiniz.
- b) MicroSim'den OrCAD'e aktarım: MicroSim ile oluşturulmuş PSpice tasarımlarınızı OrCAD Capture/PSpice ortamına kolaylıkla aktarıp tasarım işlemlerinizin kalitesini arttırabilirsiniz.
- c) Uyarıcı tanımlama: OrCAD Capture/OrCAD Capture CIS ile uyarıcı karakteristiklerini tanımlamak ve grafiksel pencereden izlemek için PSpice Stimulus Editor modülüne direkt olarak geçiş yapabilir, parametrik olarak tanımlanabilen fonksiyonların yanı sıra Stimulus penceresi üzerinde elle geçiş noktaları belirleyerek tasarımınızdaki ilgili elemanlara giriş işareti belirleyebilirsiniz.

- d) Capture-PSpice entegrasyonu: OrCAD Capture/OrCAD Capture CIS üzerinden simülasyon profili tanımlayıp çalıştırarak PSpice A/D modülüne geçiş yapabilirsiniz. Şematik tasarımınız üzerine test çubuğu yerleştirerek simülasyon sonuçlarına ait verileri PSpice A/D penceresi üzerinde gözlemleyebilirsiniz.
- e) Karışık A/D simülasyonu: PSpice A/D, A-D ve D-A işaretleri otomatik olarak tanır ve arayüz altdevrelerle güç kaynakları yerleştirerek öncelikli olarak simüle eder. Tek bir dalga şekli görüntüleyicisi ile karışık A/D simülasyon sonuçlarını aynı zaman ekseninde gözlemleyebilirsiniz.
- f) Çıkış değişkeni tanımlama: Mevcut matematiksel fonksiyonları kullanarak istediğiniz ifadeye simülasyon çıkış değişkeni tanımlayabilirsiniz.
- g) Veri görüntüleme: Küçük işaret karakteristikleri için türevleri, kazanç ve faz marjini için Bode diyagramlarını kapsayan gerilim, akım ve güç tüketimine ait reel ve kompleks fonksiyonları, zaman domeni işaretlerinin Fourier dönüşümlerini veya frekans domeni işaretlerinin ters Fourier dönüşümlerini görüntüleyebilirsiniz.
- h) Model Editörü: PSpice Model Editörü kullanıcı arayüzünü kullanarak, şematik tasarımdaki bir parçaya ait simülasyon modelini gözlemleyip düzenleyebilirsiniz. Desteklenen eleman tiplerine ait modelleri, datasheet verilerindeki gerekli bilgileri girerek kolaylıkla tanımlayabilirsiniz. Oluşturulan yeni model için uygun sembolü otomatik olarak oluşturabilir ya da mevcut sembole eşleştirebilirsiniz.
- i) Davranışsal modelleme: Matematiksel ifade ve fonksiyonları kullanarak fonksiyonel bloklar oluşturabilir, Laplace dönüşüm formüllerini veya look-up tablolarını kullanarak zaman ve frekans domeninde devre davranışlarını tanımlayabilirsiniz.

2.2.2.2. Modeller

- Kuzey Amerika, Japonya ve Avrupa'da üretilmiş elemanlara ait 2.000'den fazla dijital, 16.000'den fazla analog ve karışık işaretli modeller
- BJT, JFET, MOSFET, IGBT, SCR, magnetik çekirdek ve halkalar, güç diyotları ve köprü diyotlar, OpAmp, optokuplörler, düzenleyiciler, PWM denetleyicileri, çarpıcılar, zamanlayıcılar için 4.500'den fazla parametreleştirilmiş modeller
- Temel elemanlara ek olarak OpAmp, karşılaştırıcılar, düzenleyiciler, optokuplörler, ADC ve DAC'lar gibi daha karmaşık elemanlara ait makro modeller
- Direnç, kapasite, endüktans ve bipolar transistörlerin yanı sıra MOSFET, IGBT, GaAsFET, lineer olmayan magnetik modeller ve iletim hattı modelleri
- Analog giriş-çıkış modelli çift yönlü transfer kapıları içeren dijital elemanlar

2.2.2.3. PSpice A/D analiz çeşitleri ve opsiyonları

Transient & Fourier dönüşüm analizleri

- Monte Carlo/En Kötü Durum Analizleri
- Parametrik Analiz
- Sıcaklık Analizi
- Bias Point Analizi

DC Sweep analizi

- İkincil DC Sweep Analizi
- Monte Carlo/En Kötü Durum Analizleri
- Parametrik Analiz
- Sıcaklık Analizi
- Bias Point Analizi

AC Sweep/gürültü analizleri

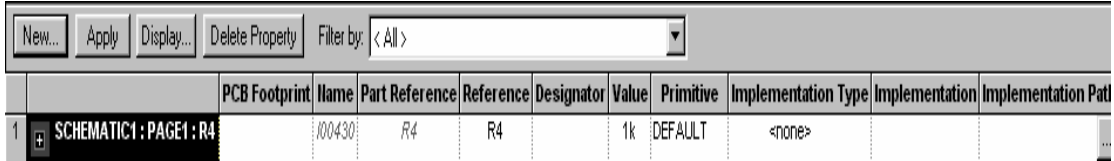
- Monte Carlo/En Kötü Durum Analizleri
- Parametrik Analiz
- Sıcaklık Analizi
- Bias Point Analizi

Bias point analizi

- Duyarlılık Analizi
- Küçük İşaret DC Kazanç Hesaplaması

2.2.8. Edit part

Eleman seçiliyken enter tuşuna basarak ya da eleman üzerinde mouse ile çift klikleyerek Part Editor açılabilir. Burada parçanın özelliklerini değiştirebiliriz.



	PCB Footprint	Name	Part Reference	Reference	Designator	Value	Primitive	Implementation Type	Implementation	Implementation Path
1		100430	R4	R4		1k	DEFAULT	<none>		

Şekil 2.23. Edit part penceresi

Value: Parçanın değerini belirtir. Eğer kütüphanede parça değeri belirtilmemişse value olarak parça ismi kullanılır.

Reference: Parça referansını belirtir.

PCB Footprint: Parçanın Netlistteki karşılığının ne olduğunu belirtir.

Power Pins Visible: Power pininin görünmesini sağlar.

2.2.9. Sık kullanılan kısa yol tuşları

Shift + p: Eleman eklemek.

Shift + w: Yol çizmek.

Shift + b: Bus eklemek.

Shift + e: Bus girişi eklemek.

Shift + t: Yazı eklemek.

BÖLÜM 3. MACROMEDIA DREAMWEAVER İLE ARAYÜZ OLUŞTURULMASI

3.1. Macromedia Dreamweaver programına giriş

Programlama dillerinde olduğu gibi HTML için de, Visual (görsel) programlama özelliği taşıyan ve hazır nesnelere kullanan editör programları geliştirilmiştir. Bu programlar kullanılarak HTML dili daha basite indirgenmiş, sayfalar dolusu program kodu yazmak yerine hazır nesnelere, görsel olarak kullanılmıştır.

Dreamweaver'da bu programların en iyileri arasında yer almaktadır. Bu programla büyük, karmaşık ve etkileşimli web sayfaları hazırlamak mümkün. Dreamweaver web tasarımcıları için hazırlanmış olan profesyonel bir web tasarım paketidir. Basit bir doküman dosyası hazırlar gibi web sitenizi hazırlayabilirsiniz. Dreamweaver, site tasarımını sadece kendi özellikleri ile sınırlamaz. Diğer programlarla kurduğu ilişkiler ile çağırıp çalıştırmanızı sağlar ve oluşturduğunuz objeleri destekler. Oluşturacağınız web sayfalarının yayına hazırlanmasını artırır ve site yönetimini en iyi düzeyde geliştirir.

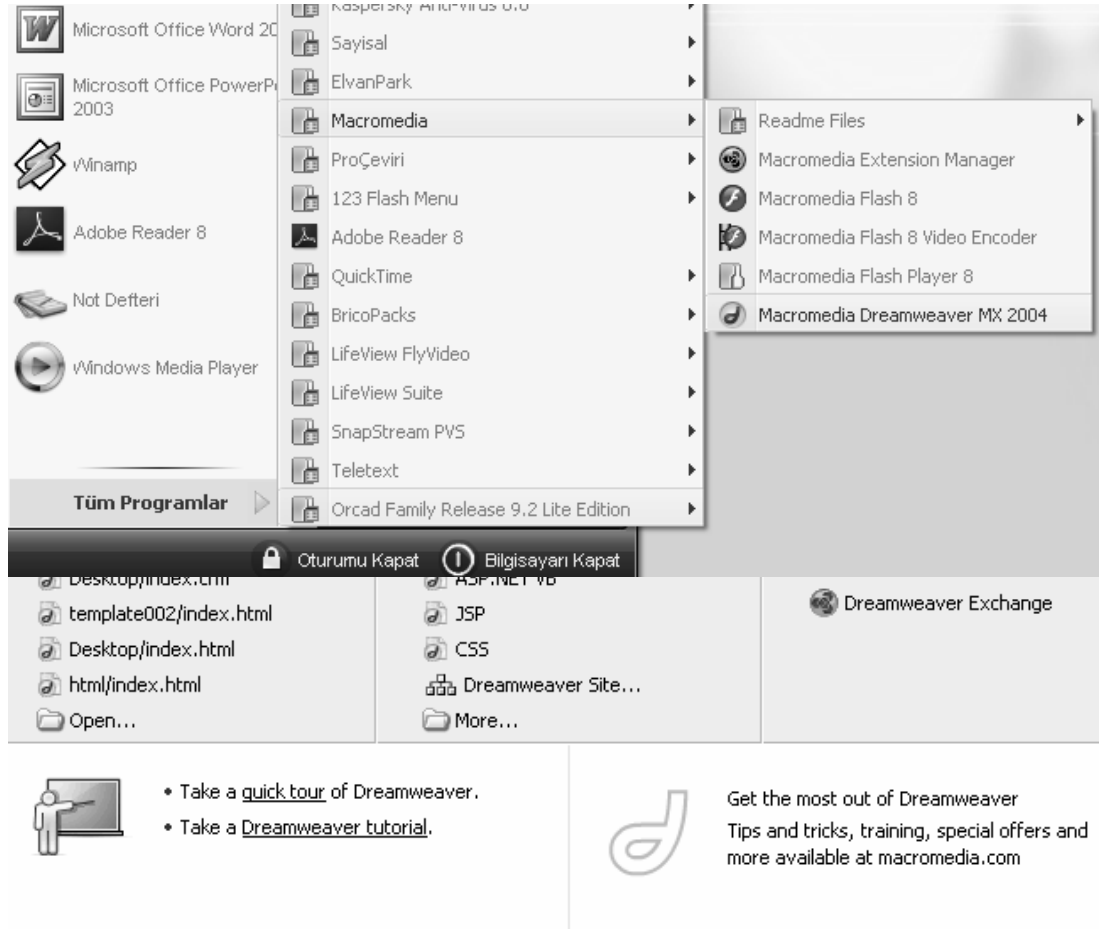
3.2. Macromedia Dreamweaver programı ile arayüz oluşturulması

Dreamweaver ile web sayfalarını oluştururken sayfa yerleşimini hem görsel olarak düzenleme imkanı bulabilir hem de sayfayı temsil eden HTML kodlarını arka planda takip edebilirsiniz. Sayfa içerisinde değişiklik sağlamak için ayrıca hızlı HTML editörü bulunmaktadır.

Bu küçük editör ile birlikte bir çok HTML komutu otomatik olarak sunulmaktadır. Hızlı bir şekilde web dizaynının sağlanması için geliştirilmiş bir diğer özellik ise HTML stilleridir. Stilleri kullanarak site içerisinde yazı tipi, yazı özellikleri, zemin

renkleri veya resimlerinin tanımını, bloklama ve yerleşim işlemlerini, çerçeveleme gibi bir çok işlemi aynı anda tanımlayıp bütün siteye uygulayabilirsiniz.

Oluşturduğunuz stil tanımını saklayarak bütün siteye uygulama şansına sahip olacaksınız. Böylece siteyi oluşturan bütün sayfalar için ayrı ayrı tanımlar yapmaktan kurtulacak, kendinize özgü tasarım şablonları oluşturabileceksiniz.



Şekil 3.2. Dreamweaver' da yeni kullanılacak olan çalışma sayfasının programlama dili seçimi

Bu pencere çıktığında html dilini seçip ilgili çalışmayı ortama aldıktan sonra aşağıdaki düzeltmeler, uygulamalar ve tasarımlar yapılmıştır.

- Arayüzün genel olarak arka planıyla tasarlanması
- Text' in içeriğinde nelerin olacağını kararlaştırılması ve varsa ilgili resimlerin sayfaya alınması
- Text içinde gerekli görülen yerlerde linkler (köprüler) koyulması
- Hazırlanan arayüzün Türkçe karakter desteği ile çalışması için HTML kodunda :

<META HTTP-EQUIV="Content-Type" CONTENT="text/html; charset=windows-1254"> ifadesinin yer almasının sağlanması ki buradaki 1254 ifadesi HTML dilinde Türkçe karakter kodudur.

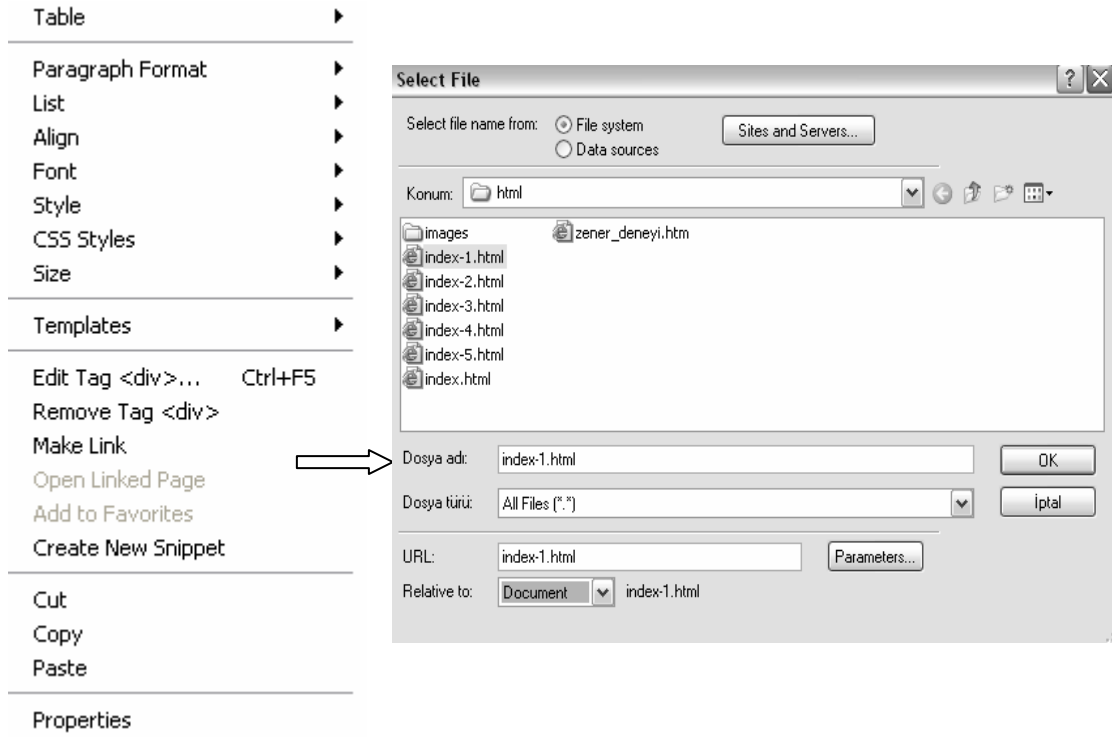
Aşağıdaki şekilde başlangıç arayüzü sembolik olarak gözükmektedir.



Şekil 3.3. Deney laboratuvarı arayüzü

3.3. Köprü Kavramı ve Dosyalar Arası Köprü ile Link Verilmesi

Arayüz ile ilgili deneylere link oluşturmak için link verilecek nesnenin üzerine gelerek mouse ile sağ tıklayıp “make a link” seçeneğini tıklayıp hangi dosyaya link verilecek ise işaretlenip onaylanır ki şekil 3.4’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Seçilen nesnenin köprü ile dosyaya bağlanması (link oluşturulması)

BÖLÜM 4. YARIM VE TAM DALGA DOĞRULTMA DENEYLERİ

4.1. L (Bobin) Elemanları İle Oluşturulmuş Bir Orta Uçlu Transformator Yardımıyla Oluşturulan Yarım Ve Tam Dalga Doğrultma Deneyi

4.1.1. Deneyin amacı

Transformator olmadığında bobin kullanıp, orta uçlu bir transformator elde ederek yarım ve tam dalga doğrultma devresi elde etmek ve çıkış sinyal şekillerini incelemek

4.1.2. Deneyle ilgili teorik bilgi

Devre Orcad-Pspice programının capture uygulamasından faydalanılarak kurulur ve giriş-çıkış sinyalleri gözlenir. Devrede bulunan enerji kaynakları ve 0 (toprak) bağlantısı Pspice kütüphanesinin source.lib uzantılı dosyasından, 1n 4148 diyotları diode.lib uzantılı dosyasından, R, L ve K kuplaj elemanları da analog.lib dosyasından alınarak devre şekil 4.1.1' deki gibi kurulur.

Orta uçlu trafoda orta uca şase bağlantısı yapılmış, alt ve üst uçlarda eşit gerilim düşümü sağlanmıştır.

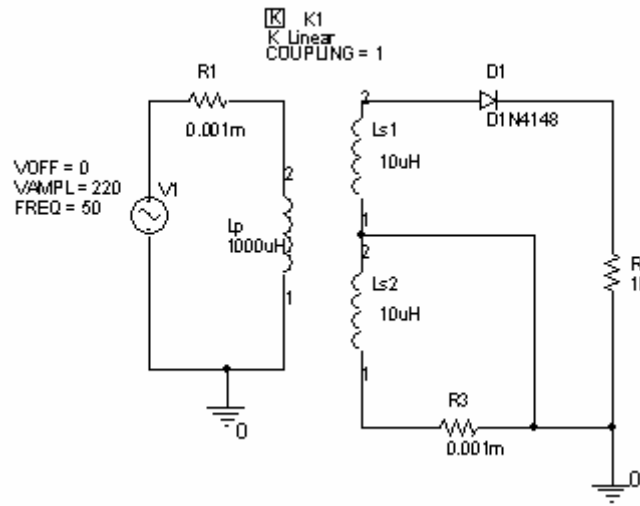
Sekonderin üst ucu (+) olduğu anda, orta uç üst uca göre (-), alt uca göre ise (+) durumunda olur. Alt uç üst uca göre (-) olur. Sekonderin üst ucu (-) olduğunda ise orta uç üst uca göre (+), alt uca göre de (-) olur. [3](temel elektronik-kemal yarcı)

4.1.3. Deneyde kullanılan malzemeler

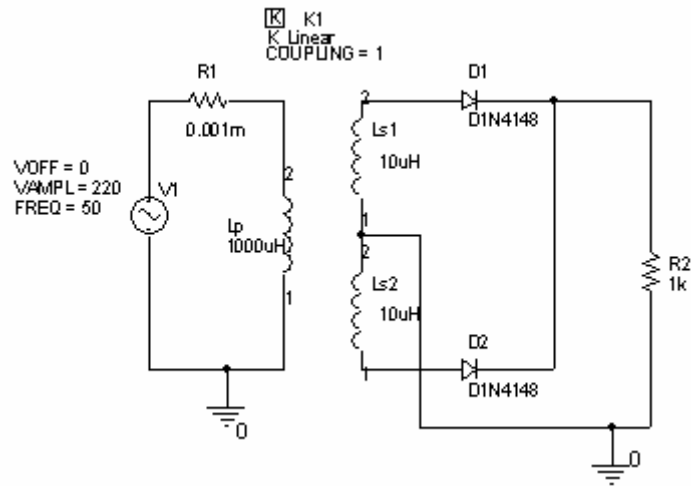
- Enerji kaynakları (V1= 220VAC/50Hz)
- Diyotlar (D1,D2 = 1N 4148 diyotları, Bv >220V burada 400V'tur.)

- Direnç ($R1 = 0.001m\Omega$, $R2 = 1k\Omega$, $R3 = 0.001m\Omega$)
- Bobin ($L1 = Lp = 1000uH$, $L2 = Ls1 = 10uH$, $L3 = Ls2 = 10uH$)
- Ground (0 olarak isimlendirilmiş toprak bağlantısı)

4.1.4. Deney bağlantı şemaları



(a)




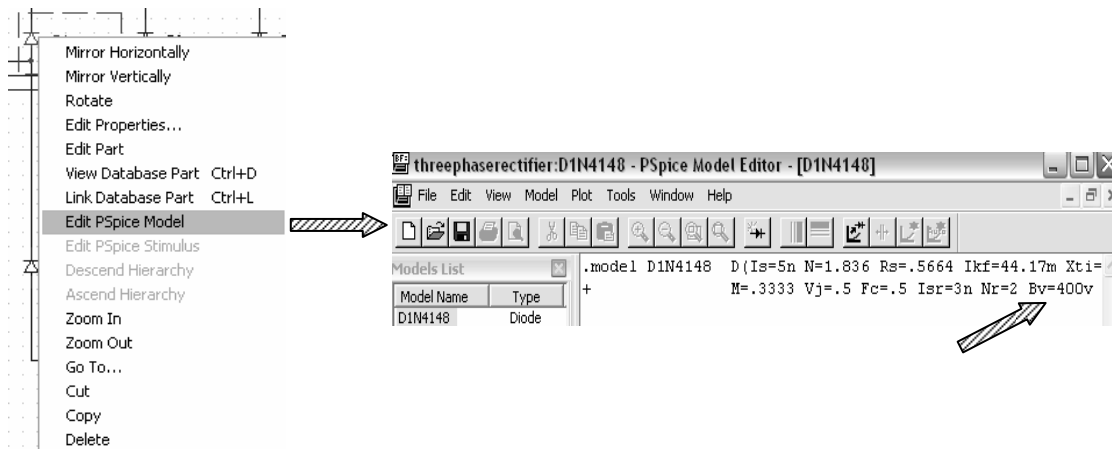
(b)

Şekil 4.1.1. Doğrultma deneyi devreleri (a) Yarım dalga doğrultma devresi

(b) Tam dalga doğrultma devresi

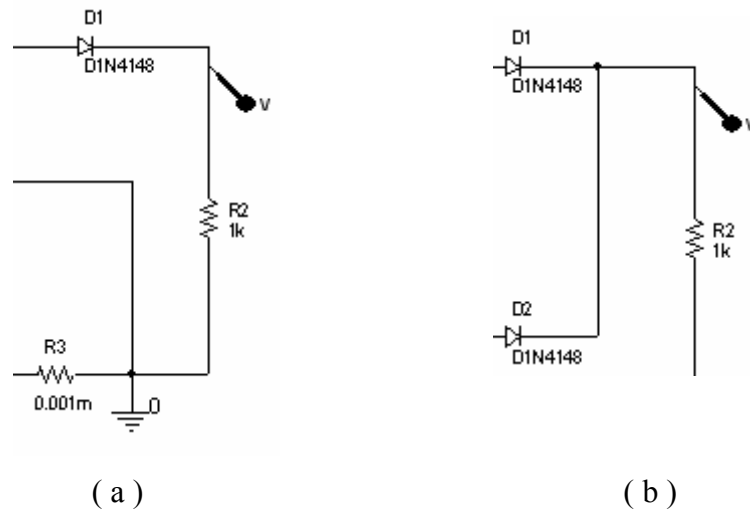
4.1.5. Deneyin işlem basamakları

- Şekil 4.1.1' deki devre kurulur.
- V_1 kaynak değeri 220V / 50 Hz olarak ayarlanır .
- D_1 ve D_2 diyotları 1N 4148 olarak alınır ve B_v değeri kaynak geriliminden büyük değer olarak şekil 4.1.2' deki gibi değiştirilir.
- R_1 direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $0.001m\Omega$, R_2 direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $1k\Omega$ ve R_3 direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $0.001m\Omega$ olarak ayarlanır.
- $L_1 = L_p$ bobini analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $1000\mu H$, $L_2 = L_{s1}$ bobini analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $10\mu H$ ve $L_3 = L_{s2}$ bobini analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $10\mu H$ olarak ayarlanır.
- Edit simulation settings araç kutusundan Run to Time değerini, kaynak gerilimlerinin frekansı 50 Hz olduğu için $f = 1/T$ formülünde f i yerine koyulup ($50 = 1/T$) T çekilirse, buradan T değerini 20msn bulunur. Çıkışta en az bir periyotluk sinyal görmek için Run to Time değeri 20 msn veya daha büyük bir değer yapılarak (bu devre de 30 msn' dir) devre çalıştırılır (▶ RUN).
- Devre çıkışında R_2 ' in üst ucuna V probe' u () bağlayarak çıkış gözlenir.

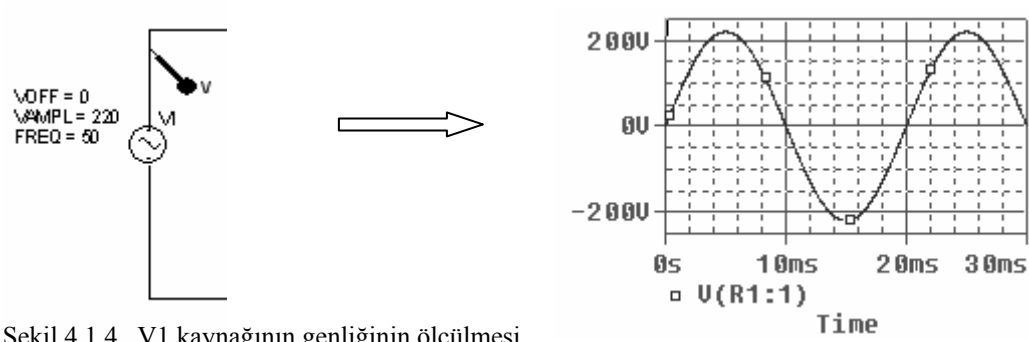


Şekil 4.1.2. 1N 4148 diyotlarının B_v değerlerinin değiştirilmesi

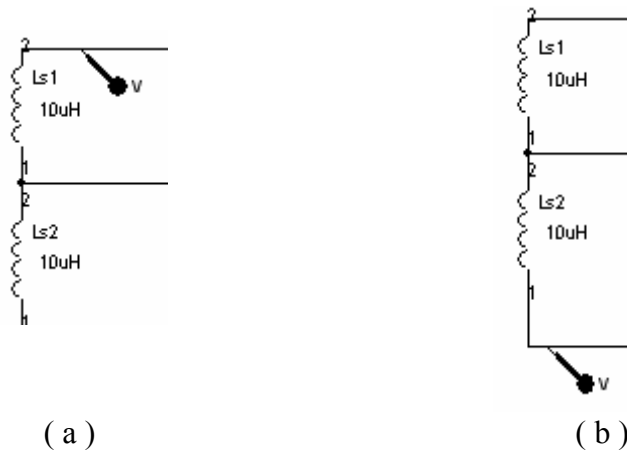
4.1.6. Deneye ait grafikler



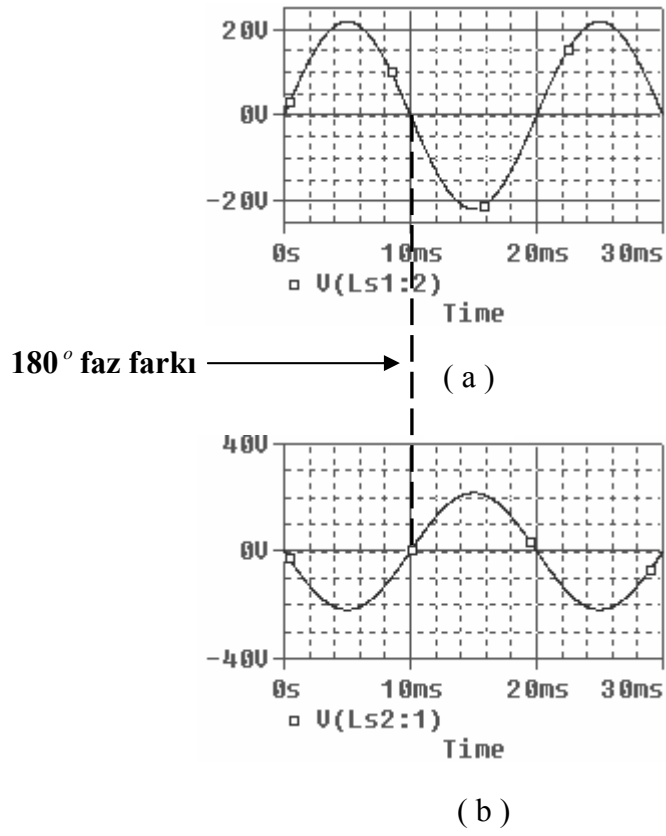
Şekil 4.1.3 . Çıkış eğrilerinin V probu ile elde edilmesi (a) Yarıml dalga doğrultma devresi için (b) Tam dalga doğrultma devresi için



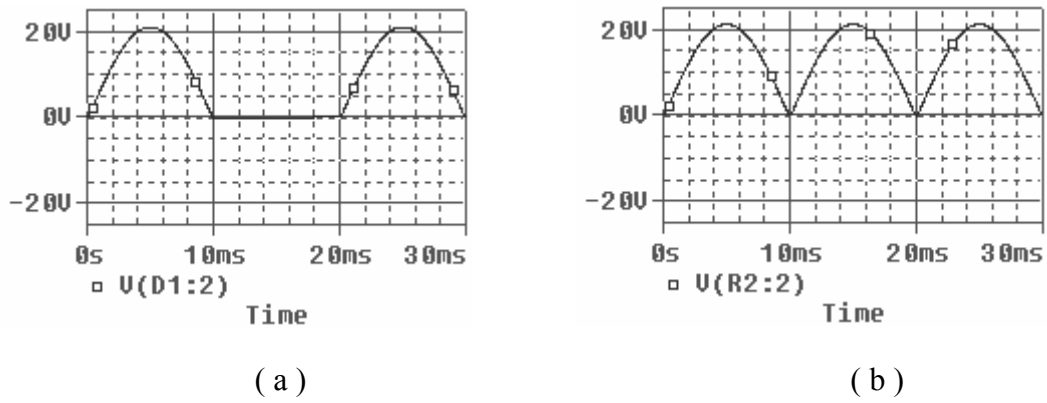
Şekil 4.1.4 . V1 kaynağının genliğinin ölçülmesi



Şekil 4.1.5 . Ls1 ve Ls2' nin genliklerinin V probu yardımıyla ölçülmesi



Şekil 4.1.6. Ls1 ve Ls2' nin genliklerinin gözlenmesi

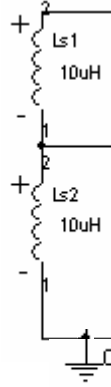


Şekil 4.1.7. Yarım ve tam dalga çıkış eğrileri

4.1.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler

Orta uçlu trafo ile tam dalga doğrultma deneyi, elektronik, elektrik ve bilgisayar bölümlerinde uygulanan temel devrelerden biri olmuştur. Buradaki temel mantık orta uçlu trafonun üst ve alt uçları arasındaki 180° faz farkının şaseye aktılmasına yöneliktir.

Yarım dalga doğrultma devresinde $Ls1$ ' in üst ucuna bağlı olan D1 diyodunun anot ucu sekonder uçlara dönük ve $Ls2$ ' nin alt ucu da çok düşük değerli bir dirençle şaseye bağlanmıştır. Böylece girişin 180° faz farklı noktası olan (-) alternans toprağa aktarılmış olur (Şekil 4.1.8).



Şekil 4.1.8. Sekonder uçları

Devre bu şekilde sadece (+) alternansları geçirerek yarım dalga doğrultma işlemini gerçekleştirmiş olur.

Tam dalga doğrultma devresinde, $Ls1$ ' in üst ucu (+) iken $Ls2$ ' nin alt ucu (-) olur ki bu durumda çıkışta ilk 180° ' lik dilimde (+) alternans görülmüştür. $Ls1$ ' in üst ucu (-) olduğunda $Ls2$ ' nin alt ucu (+) olur ve ikinci 180° ' lik dilimde çıkışta yine (+) alternans görülür ve bu şekilde devam ederek (+) yönde tam dalga doğrultma sağlanmıştır.

Kaynak gerilimi olarak 220 V' luk gerilim uygulandığında D_1 ve D_2 diyotlarının B_v değerlerinin de 220V' dan büyük olması gereği görülmüş aksi takdirde çıkış gerilim eğrisinde bozulmalar meydana geldiği görülmüştür.

4.2. Üç Fazlı Kaynak İle Tam Dalga Doğrultma Deneyi

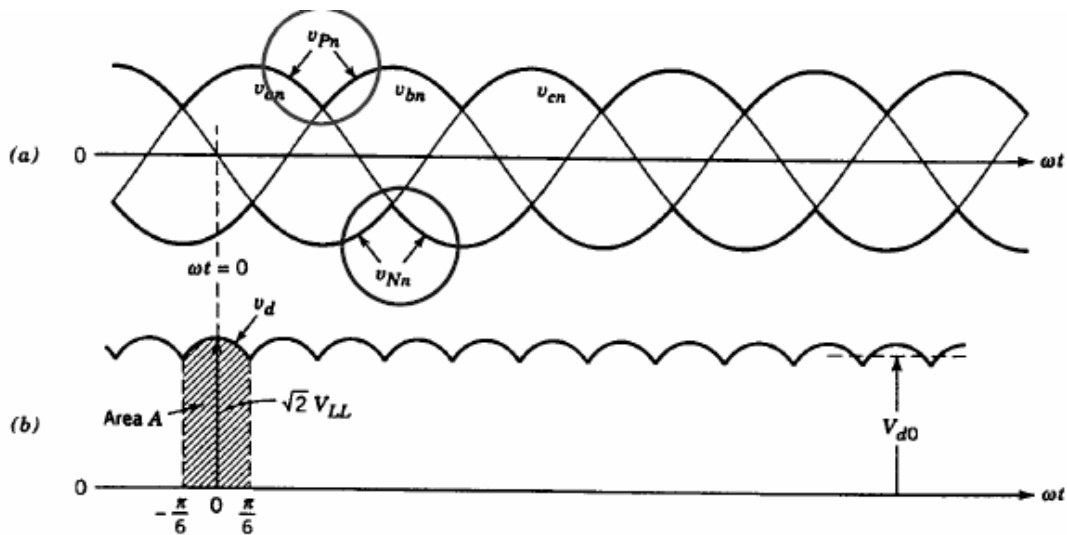
4.2.1. Deneyin amacı

Üç fazlı bir sistemden tam dalga doğrultmuş sinyal elde etme

4.2.2. Deneyle ilgili teorik bilgi

Devre Orcad-Pspice programının capture uygulamasından faydalanılarak kurulur ve giriş-çıkış sinyalleri gözlenir. Devrede bulunan enerji kaynakları ve 0 (toprak) bağlantısı Pspice kütüphanesinin source.lib uzantılı dosyasından, 1n 4148 diyotları diode.lib uzantılı dosyasından ve R direnci de analog.lib dosyasından alınarak devre şekil 4.2.2' deki gibi kurulur.

120° lik faz farklarıyla 220V/ 50Hz' lik AC sinyaller diyotlar yardımıyla doğrultularak çıkışta bir DC sinyal oluşturulur. Her bir kaynak için ikili diyot grubu kullanılır. Şekil 4.2.1 ' de üç fazlı sinyalin ωt eksenindeki gösterimi ve doğrultma sonucunda elde edilen çıkış genlik eğrisi görülmektedir. [3]



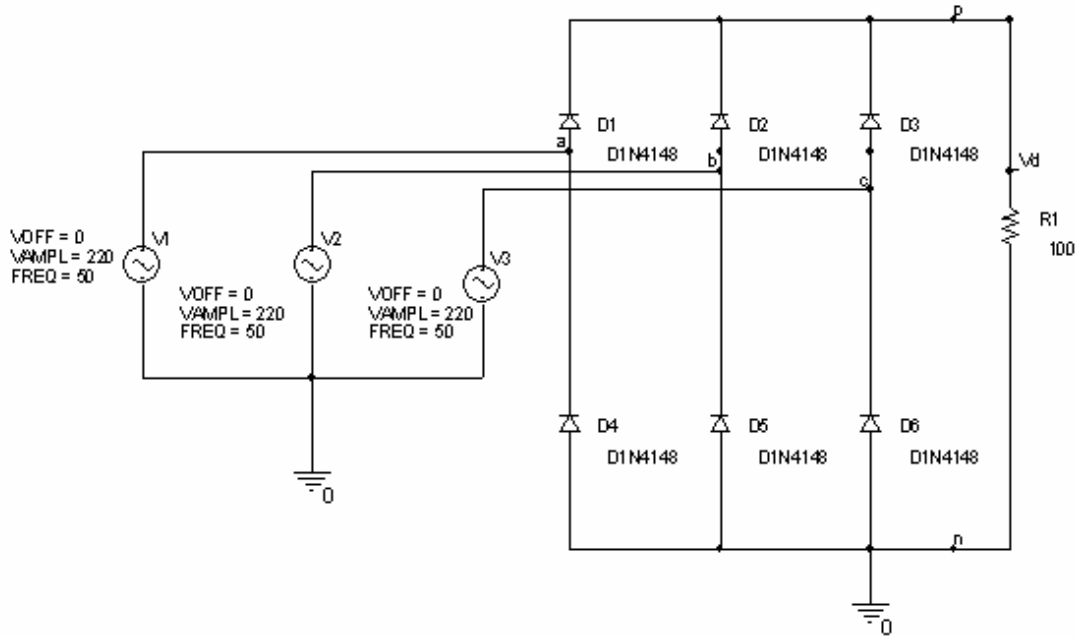
Şekil 4.2.1 . Üç fazlı kaynağın ωt eksenindeki sinyal eğrileri

- a) Kaynak eğrileri
- b) Çıkış eğrisi

4.2.3. Deneyde kullanılan malzemeler

- Enerji kaynakları ($V1=220\text{VAC}/50\text{Hz}/-120^\circ$ faza sahip, $V2=220\text{VAC}/50\text{Hz}/0^\circ$ faza sahip, $V3=220\text{VAC}/50\text{Hz}/120^\circ$ faza sahip)
- Diyotlar (D1,D2,D3,D4,D5,D6 = 1N 4148 diyotları, $B_v > 220\text{V}$ burada 400V 'tur.)
- Direnç ($R1 = 1\text{K}\Omega$)
- Ground (0 olarak isimlendirilmiş toprak bağlantısı)

4.2.4. Deney bağlantı şeması



Şekil 4.2.2 . 3 fazlı tam dalga doğrultma devresi

4.2.5. Deneyin işlem basamakları


- a) Şekil 4.2.2' deki devre kurulur.
- b) Kaynakların üstüne mouse' un sol tuşu ile iki kez tıklattıktan sonra Property Editor' den $V1 = 220\text{V}/50\text{Hz}/-120^\circ$, $V2 = 220\text{V}/50\text{Hz}/0^\circ$, $V3 = 220\text{V}/50\text{Hz}/120^\circ$ olarak aşağıdaki şekil 3.2.3' deki gibi değerleri ayarlanır .

c) D1, D2, D3, D4, D5, D6 diyotları 1N 4148 olarak alınır ve Bv değeri kaynak geriliminden büyük değer olarak şekil 3.2.4' deki gibi değiştirilir.

d) R direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunur ve değeri 1K olarak ayarlanır.

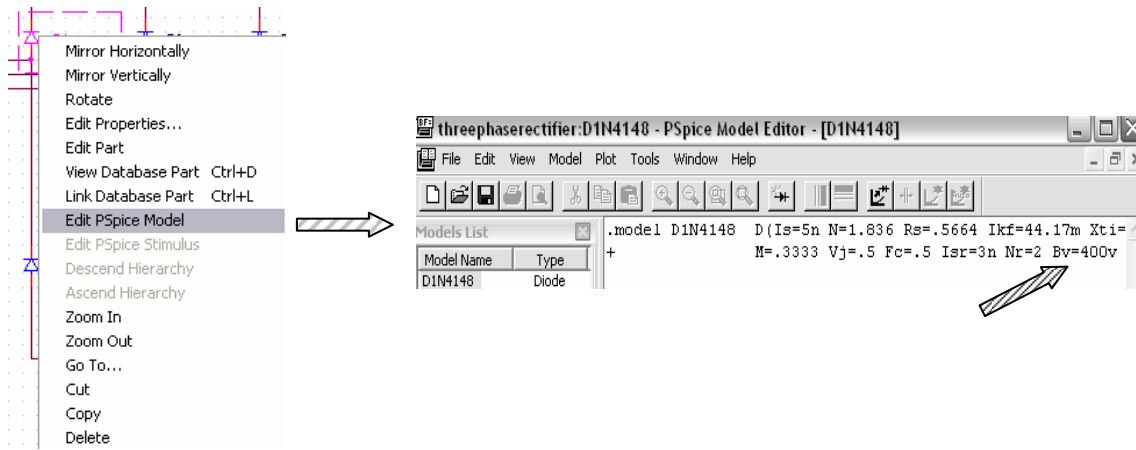
e) Edit simulation settings araç kutusundan Run to Time değerini, kaynak gerilimlerinin frekansı 50 Hz olduğu için $f = 1/T$ formülünde f i yerine koyulup ($50 = 1/T$) T çekilirse, buradan T değerini 20msn bulunur. Çıkışta en az bir periyotluk sinyal görmek için Run to Time değeri en az 20 msn yapılır ve devre çalıştırılır

(▶ RUN).

f) Devre çıkışında R1' in üst ucuna V probe' u () bağlayarak çıkış gözlenir.

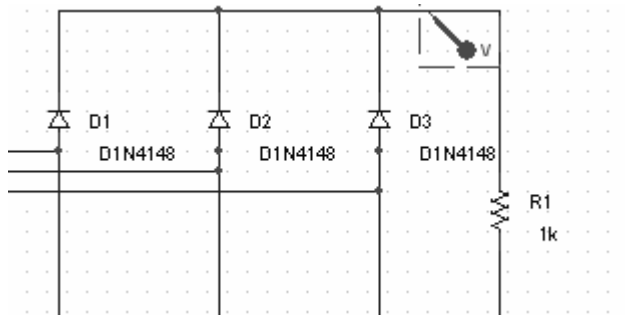
	A	B
	SCHEMATIC1 : PAGE1	V1
AC		
Bias Value Power		-63.65kW
Color	Default	Default
DC		
Designator		
DF	0	0
FREQ	50	50
Graphic	VSIN_0.Normal	VSIN_0.Normal
ID		2
Implementation		
Implementation Path		
Implementation Type	PSpice Model	PSpice Model
Iname	100003	100003
Part Reference	V1	V1
PCB Footprint		
PHASE	-120	-120
Power Pins Visible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Primitive	DEFAULT	DEFAULT
PSpiceOnly	TRUE	TRUE
PSpiceTemplate	V*@REFDES %+ %- ?DCID	V*@REFDES %+ %- ?DCID
Reference	V1	V1
Source Library	C:\DOCUMENTS AND ...	C:\DOCUMENTS AND ...
Source Package	VSIN_0	VSIN_0
Source Part	VSIN_0.Normal	VSIN_0.Normal
TD	0	0
Value	VSIN	VSIN
VAMPL	220	220
VOFF	0	0

Şekil 4.2.3 . V1,V2,V3 kaynaklarının faz değerlerinin değiştirilmesi

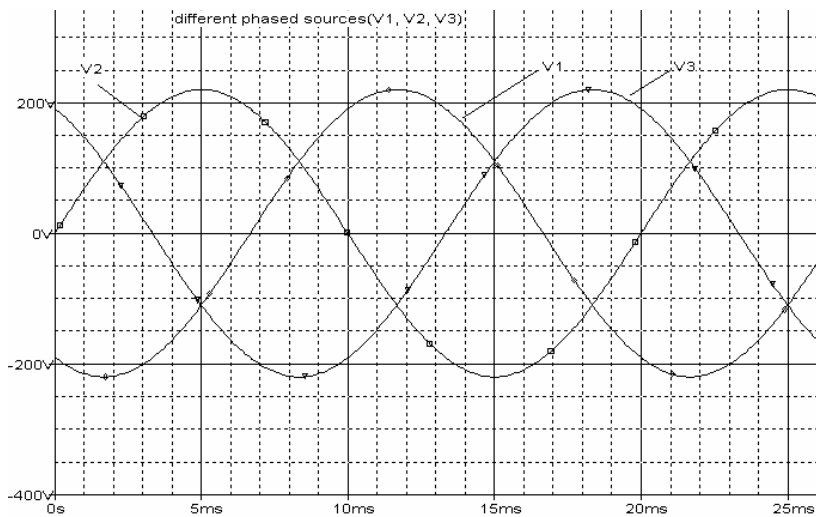


Şekil 4.2.4. 1N 4148 diyotlarının Bv değerlerinin değiştirilmesi

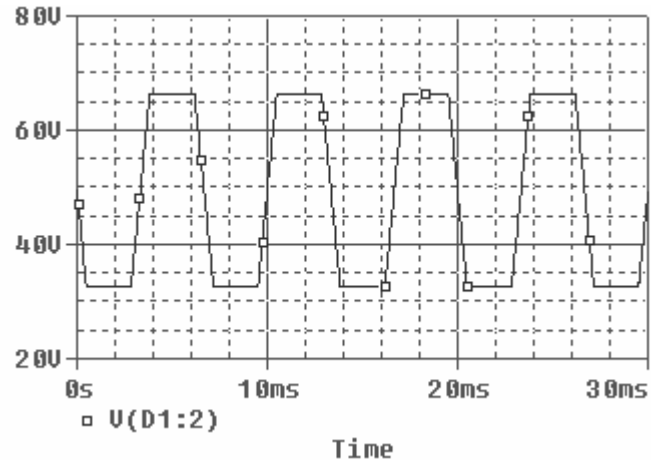
4.2.6. Deneye ait grafikler



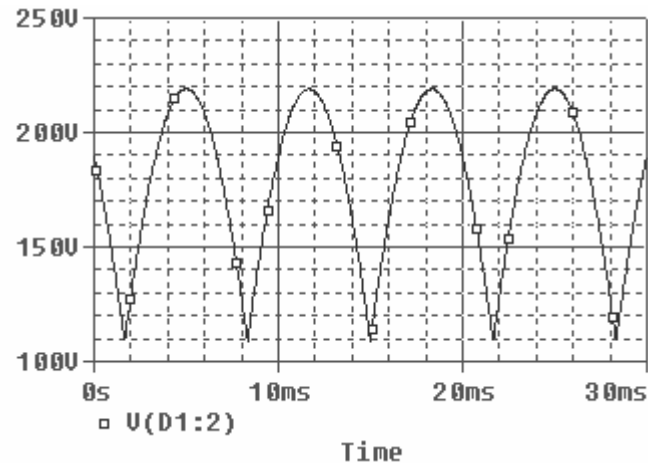
Şekil 4.2.5. Çıkış eğrilerinin V probu yardımıyla elde edilmesi



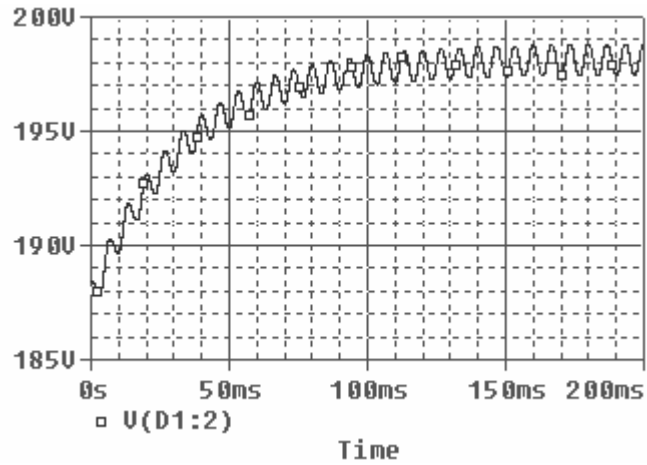
Şekil 4.2.6. Farklı fazlardaki V1, V2 ve V3 kaynak gerilimleri



Şekil 4.2.7. 1N 4148 lerin Bv değerleri 220 V tan küçük iken elde edilen $V_{R1} = V_0$ çıkış eğrisi



Şekil 4.2.8. 1N 4148 lerin Bv değerleri 220 V tan büyük iken elde edilen $V_{R1} = V_0$ çıkış eğrisi



Şekil 4.2.9. C elemanı ile elde edilen çıkış eğrisi

4.2.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler

Üç fazlı bir sistemde trafoya gerek kalmadan doğrultulmuş bir gerilim elde etmek için kullanılmıştır. Devre, birbirinden 120 derece faz farklı 220 V şehir şebeke gerilimine sahip üç AC kaynağın, farklı zamanlardaki + alternanslarında 1N 4148 diyotlarıyla doğrultulma işlemi yaparak devre çıkışındaki R1 direnci üzerinden doğrultulmuş sinyal elde edilmesine olanak sağlamıştır.

Devrenin çalışması esnasında, 1N 4148 diyotlarının parametre değerlerinden B_v değerinin kaynak geriliminden düşük olması durumunda çıkış geriliminin istenilen şekilde elde edilemediği görülür. Devrede B_v değeri kaynak gerilimlerinden büyük olmalıdır.

Devre çıkışına uygun değerde bir C elemanı bağlayarak çıkışta gözükken sinyal üzerindeki titreşimler söndürülebilir, ayrıca çıkışa uygun ters gerilim değerine sahip zener diyot, yine istenilen değerde 78XX serisi entegre kullanılarak sabit dc çıkış veya LM 317 regüle entegresi kullanılarak çıkışın belli değerlerde ayarlanabileceği DC gerilim elde edilebilir.

4.3. Prezisyonlu (Hassas) Yarım Ve Tam Dalga Doğrultma Deneyleri

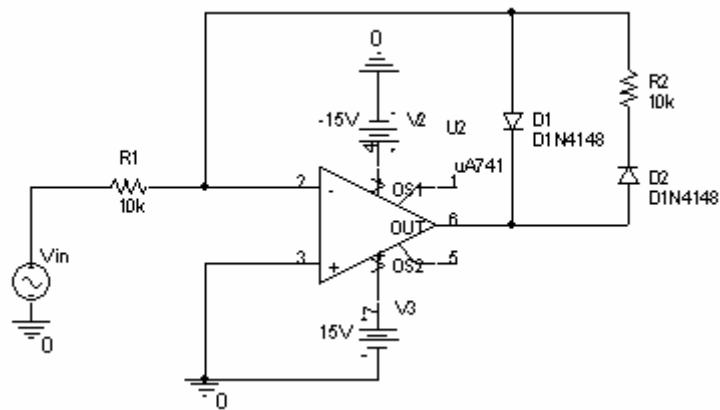
4.3.1. Deneyin amacı

Opampyla yarım tam dalga doğrultma devresi oluşturma, diyot ile yapılan doğrultma devrelerinde görülen, düşük voltajda doğrultma işlemindeki hataların bu devrede olup olmadığını gözlemlenmesi

4.3.2. Deneyle ilgili teorik bilgi

Devre Orcad-Pspice programının capture uygulamasından faydalanılarak kurulur ve giriş-çıkış sinyalleri gözlenir. Devrede bulunan enerji kaynakları ve 0 (toprak) bağlantısı Pspice kütüphanesinin source.lib uzantılı dosyasından, UA741 opampı opamp.lib dosyasından, 1n 4148 diyotları diode.lib uzantılı dosyasından ve R elemanları da analog.lib dosyasından alınarak devreler şekil 3.3.4' deki gibi kurulur.

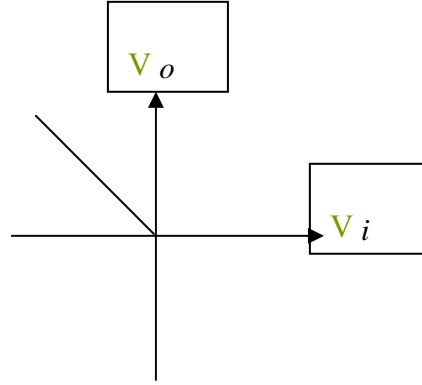
Bir AC işareti darbeli bir DC işarete dönüştürmek amacıyla diyot kullanıldığında, diyot uçlarındaki gerilim 0.3V (germanyum tipi) ya da 0.7V (silisyum tipi)' dan daha büyük olmadıkça iletme geçmez. Dolayısıyla, diyotlar tek başlarına kullanıldıklarında, küçük işaretlerin doğrultulması için uygun olmazlar [2].



Şekil 4.3.1. Prezisyonlu yarım dalga doğrultucu

Girişin pozitif alternansında akımın tamamı D_1 üzerinden akar, D_2 kesimde kalır ve çıkış gerilimi sıfır olur.

Girişin negatif alternansında D_1 kesimde D_2 iletimde olur ve devre eviren kuvvetlendirici olarak çalışır. Özetle, devrenin giriş-çıkış özgeğrisi aşağıdaki şekil 4.3.1' deki gibi olur.

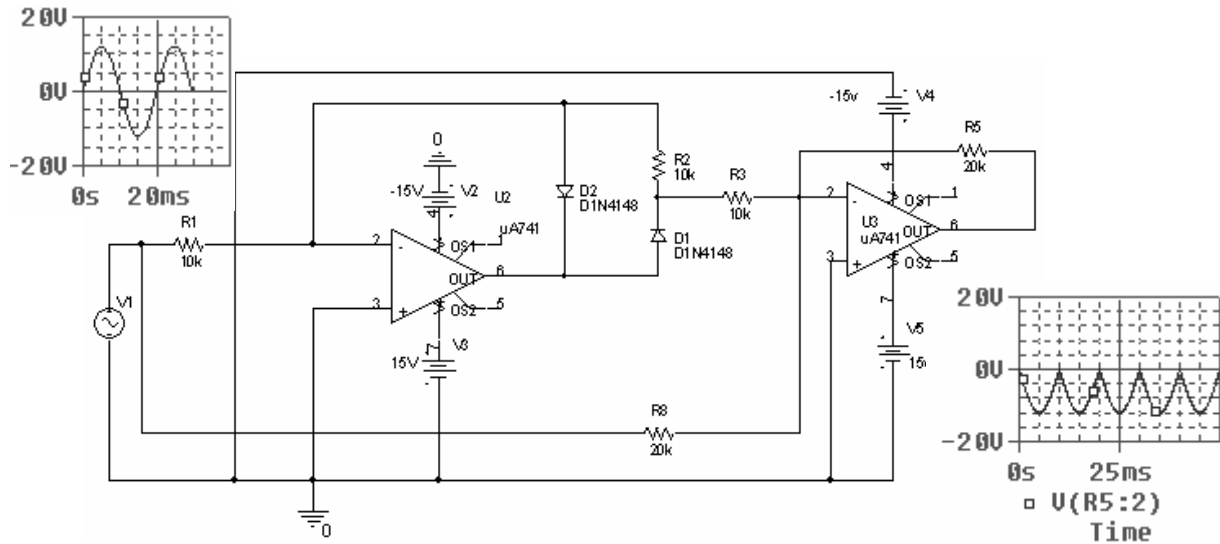


Şekil 4.3.2. Şekil 4.3.1' deki yarım dalga doğrultucunun giriş-çıkış özgeğrisi

$$V_i > 0 \text{ için } V_o = 0$$

$$V_i < 0 \text{ için } V_o = -\frac{R_2}{R_1} V_i$$

Opampla yapılan bir tam dalga doğrultucu, yarım dalga doğrultucunun giriş ve çıkış özgeğrisi gerilimlerini bir eviren toplayıcı ile toplayarak elde edilmiştir.

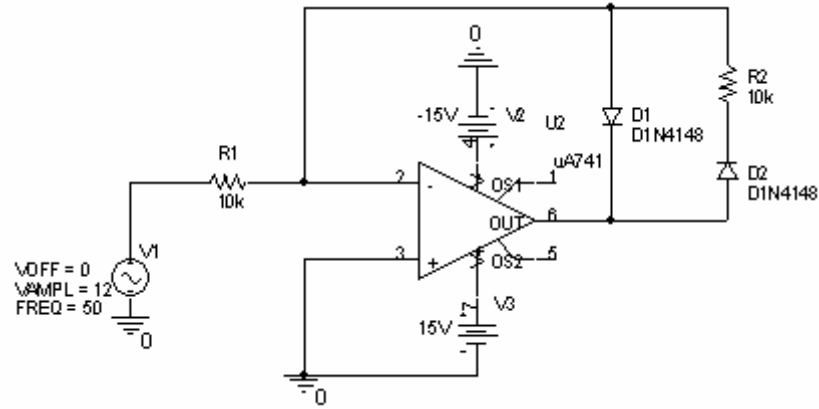


Şekil 4.3.3. Prezisyönlü tam dalga doğrultucu

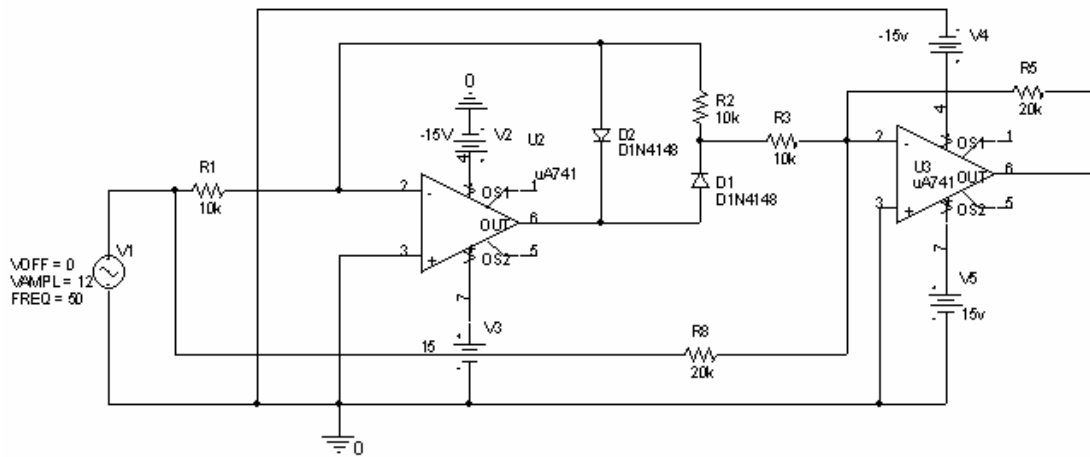
4.3.3. Deneyde kullanılan malzemeler

- Opamp (UA741)
- Enerji kaynakları (V1 = 15Vdc , V2 = -15Vdc, V3 = Vdc kaynak)
- Diyotlar (D1,D2,D3 = 1N 4148 diyotları, Bv >220V burada 400V'tur.)
- Direnç (R1 = 10k Ω , R2 = 10k Ω ,R3 = 1k Ω)
- Ground (0 olarak isimlendirilmiş toprak bağlantısı)

4.3.4. Deney bağlantı şeması



(a)




(b)

Şekil 4.3.4. UA 741'le doğrultma deneyi devreleri ;

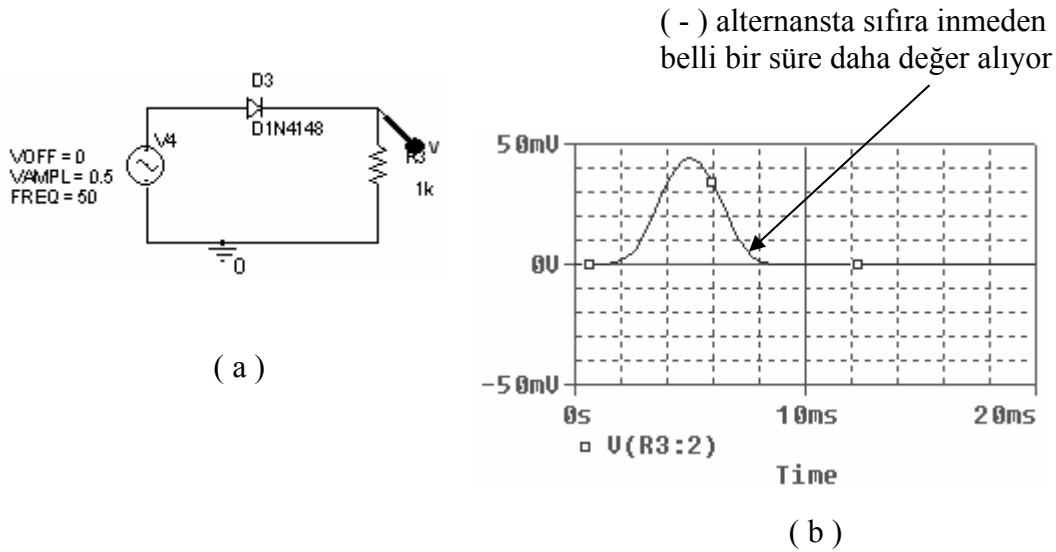
(a) Yarı dalga doğrultma devresi

(b) Tam dalga doğrultma devresi

4.3.5. Deneyin işlem basamakları

- Şekil 4.3.4' deki devre kurulur.
- $V_1 = 15V$ ve $V_2 = -15V$ olarak ayarlanır .
- D_1, D_2 ve D_3 diyotları 1N 4148 olarak alınır
- R_1 direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $10k\Omega$, R_2 direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $10k\Omega$, R_3 direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $10k\Omega$ olarak, $R_4 = 20 k\Omega$ ve $R_5 = 20 k\Omega$ olarak ayarlanır.
- Edit simülasyon settings araç kutusundan Run to Time değerini, kaynak gerilimlerinin frekansı 50 Hz olduğu için $f = 1/T$ formülünde f i yerine koyulup ($50 = 1/T$) T çekilirse, buradan T değerini 20msn bulunur. Çıkışta en az bir periyotluk sinyal görmek için Run to Time değeri 20 msn veya daha büyük bir değer yapılarak (bu devre de 30 msn' dir) devre çalıştırılır (► RUN).
- Devre çıkışında V probe' u () bağlayarak çıkış gözlenir.

4.3.6. Deneye ait grafikler

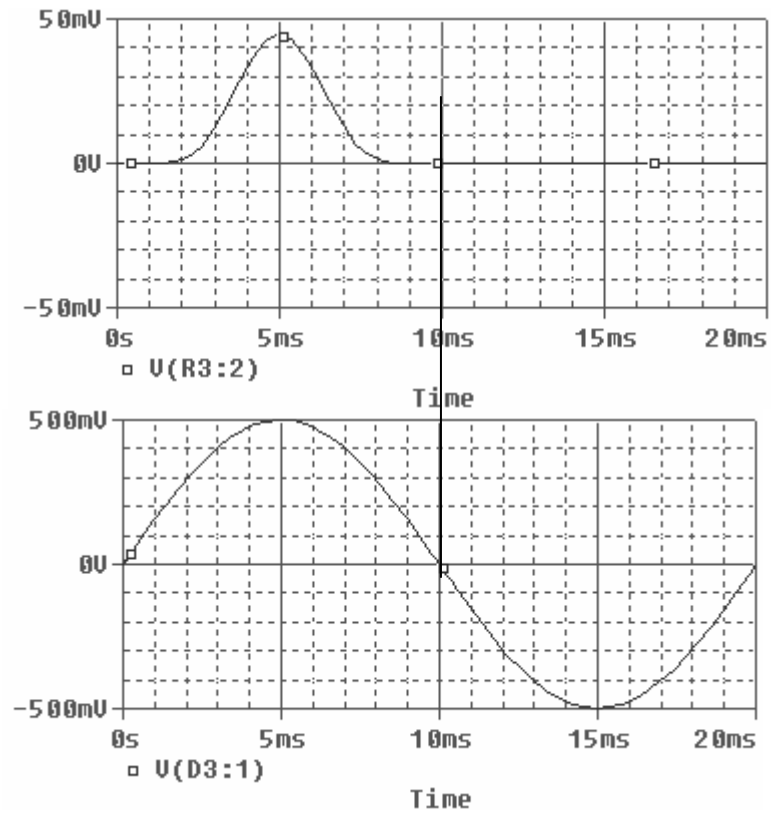


Şekil 4.3.5. a) Diyotla yapılmış yarım dalga doğrultma devresi

b) Çıkış gerilim eğrisi

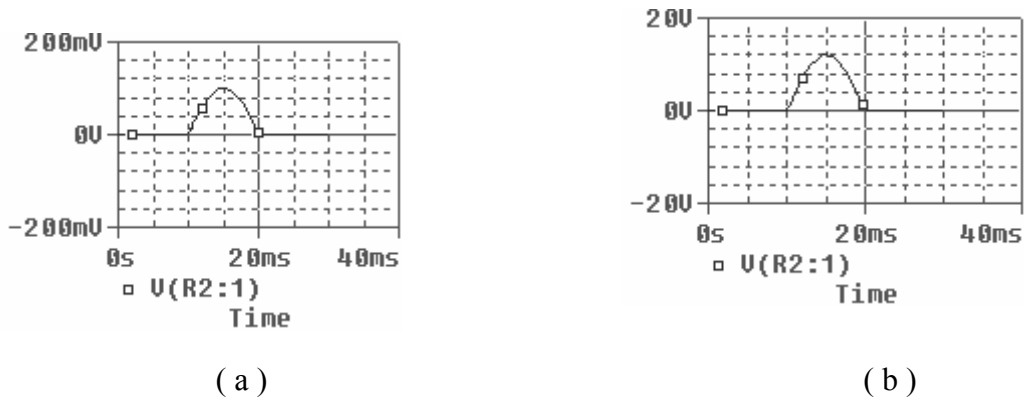
Şekil 4.3.5' de giriş gerilimi olarak 0.5V verildiğinde çıkış gerilim eğrisi gözlenmiştir. Burada görülüyor ki bu değerde diyotlar doğrultma işlemini tam olarak yerine getirmemiştir.

Bu ifadeden kasıt; Şekil 4.3.5-b'de de görüldüğü üzere (+) alternansın yarım periyodun tamamında gözükmemiş olması ve istenmeyen bir durum oluşmuş olmasıdır. İstenmeyen bu durum giriş geriliminin 2.1V' un altında olduğu değerlerde gözükmiştir.



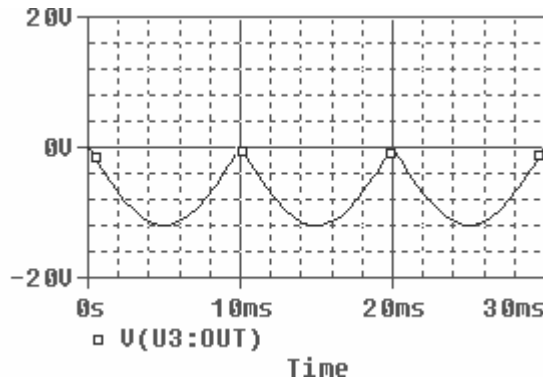
Şekil 4.3.6. Giriş ve çıkış gerilim eğrileri

Opamp ile yapılan yarım dalga doğrultma uygulamasında ise giriş gerilim değeri opampın kaynak referans gerilimlerini geçmemek kaydıyla 0-15V (referans gerilimi) arasında hassas doğrultma yapabilmektedir.



Şekil 4.3.7. Farklı V_{in} değerlerinde çıkış eğrileri

- a) $V_{in} = 0.1V$ iken yarım dalga çıkış eğrisi
- b) $V_{in} = 12V$ iken yarım dalga çıkış eğrisi



Şekil 4.3.8. Eviren toplayıcı devresi kullanılarak elde edilen tam dalga doğrultucunun çıkış eğrisi

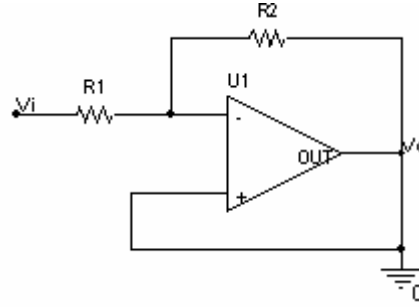
4.3.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler

Yarım ve tam dalga doğrultma deneyleri, elektronik, elektrik ve bilgisayar bölümlerinde uygulanan temel devrelerden biri olmuştur. Deneyde iki farklı uygulamanın karşılaştırılması söz konusudur.

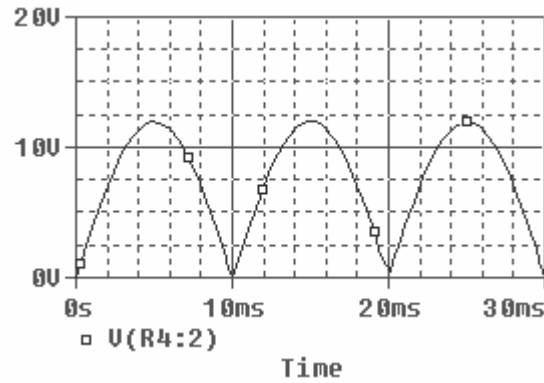
Yarım ve tam dalga doğrultma devrelerinde ilk olarak 1N4148 diyotları kullanılmış ve küçük gerilimlerde diyotla yapılan uygulamanın sağlıklı sonuç vermediği ve çıkış eğrisinde bozulmalar meydana getirdiği görülmüştür. Bu bozulmalar diyodun yapısından yani kırma geriliminden kaynaklanmıştır ($S_i=0.7V$, $G_e=0.3V$).

Uygulama opamp yapıldığında ise opamp çıkışında küçük değerli gerilimlerin bile hassas bir şekilde doğrultulduğu görülmüştür.

Devrenin son kısmında eviren toplayıcı bulunduğundan çıkış eğrisinde 180° ' lik faz farkı olduğu görülmüş ve çıkış $-V_{dc}$ olarak elde edilmiştir. Eğer devre çıkışının $+V_{dc}$ olmasını istersek bu devrenin çıkışına şekil 4.3.9' daki gibi bir tane eviren kuvvetlendirici ekler ve istediğimiz sonucu almış oluruz.



Şekil 4.3.9. Eviren yükselteç devresi



Şekil 4.3.10. Eviren yükselteç çıkışı

BÖLÜM 5. REGÜLATÖR DENEYLERİ

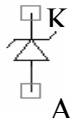
5.1. D1n 750 = 4.7 V 'luk Zener Diyot Kullanılarak Yapılan Regülatör Deneyi

5.1.1. Deneyin amacı

Zener diyodun regüle elemanı olarak kullanılmasını ve çıkış genlik değerini inceleme

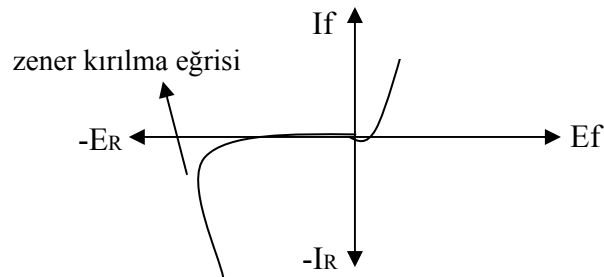
5.1.2. Deneyle ilgili teorik bilgi

Zener diyot doğru polarıma altında normal diyot gibi davranır. Zener diyotlar, devrede çalışırken doğru polarıma uygulanmaz, daima ters polarizasyon altında çalışır. Yani anotlarına negatif gerilim, katotlarına ise pozitif gerilim uygulanır. Aşağıdaki şekil 5.1' de zener diyot sembolü görülmektedir. [3]



Şekil 5.1.1. Zener diyot sembolü

Zener diyodun uçlarına ters polarıma uygulandığında, belli bir gerilim değerine kadar diyot yalıtkan, bu gerilim değeri aşıldıktan sonra ise diyot iletken olur. Aşağıdaki şekil 5.1.2' de zener diyot karakteristik eğrisi görülmektedir [3].



Şekil 5.1.2. Zener diyot karakteristik eğrisi

Karakteristik eğride, düşey eksenin sağ tarafı zener diyodun doğru polarma durumunu, sol tarafı ise ters polarma durumunu gösteriyor. Zener diyotların doğru yön karakteristikleri aynı normal diyot gibidir. Bu nedenle zener diyotta bizim için önemli olan düşey eksenin sol tarafıdır [3].

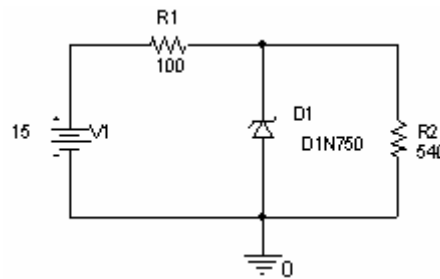
Zener diyot uçlarına uygulanan gerilim belli bir seviyeye ulaşana kadar zener diyottan herhangi bir akım geçmez. Ancak, ters gerilim belli bir değere ulaştıktan sonra zenerden büyük bir akım geçmeye başlar yani zener diyot iletken olur. Bu durumda zener diyottan geçen akım ne kadar artarsa artsın, uçlarına düşen gerilim sabit kalır [3].

Bu özelliğinden faydalanılarak deneyde regülatör elemanı olarak kullanılmış ve D1N750 modeli seçilerek çıkışın 4.7V' ta sabit kalıp kalmadığı gözlenmiş ve çıkış eğrileri incelenmiştir.

5.1.3. Deneyde kullanılan malzemeler

- Enerji kaynakları (V1 = 15Vdc)
- Diyotlar (D1 = D1n 751 (4.7V' luk zener).)
- Direnç (R1 = 100 Ω , R2 = 540 Ω)
- Ground (0 olarak isimlendirilmiş toprak bağlantısı)

5.1.4. Deney bağlantı şeması



Şekil 5.1.3 . 4.7 v'luk zener diyotla regüle devresi

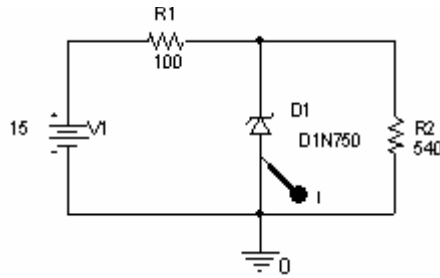
5.1.5. Deneyin işlem basamakları

- 1) a) I problemleri kullanarak aşağıdaki adımlar uygulanmıştır.
 a) Analiz tipi olarak I-V grafiğini görmek için DC sweep olarak belirlenmiştir. İlgili pencere aşağıdaki şekilde görülmektedir :

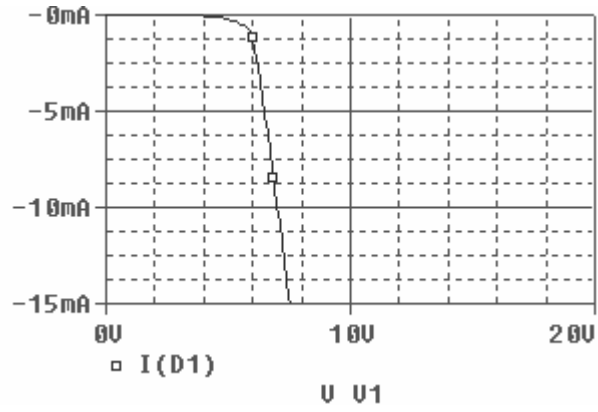
The image shows the 'DC Sweep' analysis settings dialog box. It is divided into several sections:

- Analysis type:** A dropdown menu set to 'DC Sweep'.
- Options:** A list of checkboxes where 'Primary Sweep' is checked, and 'Secondary Sweep', 'Monte Carlo/Worst Case', 'Parametric Sweep', 'Temperature (Sweep)', 'Save Bias Point', and 'Load Bias Point' are unchecked.
- Sweep variable:** A section with radio buttons for 'Voltage source', 'Current source', 'Global parameter', 'Model parameter', and 'Temperature'. 'Voltage source' is selected. To its right, there are input fields for 'Name' (containing 'V2'), 'Model type', 'Model name', and 'Parameter name'.
- Sweep type:** A section with radio buttons for 'Linear', 'Logarithmic', and 'Value list'. 'Linear' is selected. To its right, there are input fields for 'Start value' (0), 'End value' (15), and 'Increment' (0.1). A 'Decade' dropdown menu is also visible next to the 'Logarithmic' option.

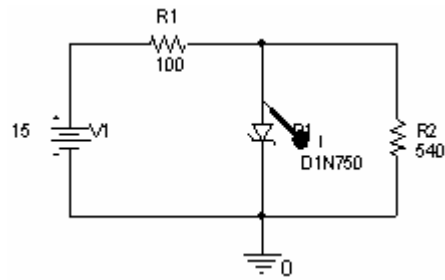
Şekil 5.1.4 . Analiz tipini belirleme ve isimlendirme ve değer aralıklarının girilmesi



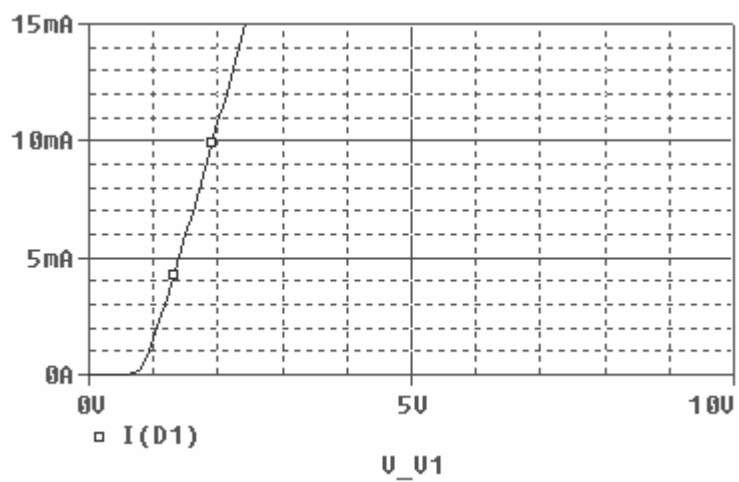
Şekil 5.1.5 . Iz akımı +V yönünde (zener diyot ters polarmada) aşağıdaki devredeki gibi ölçüldü :



Şekil 5.1.6 . Ters gerilim uygulandığında 4.7 v luk kırılma gerilimini aşana kadar $I=0$ A olur, bu gerilim değeri aşıldığında ters yönde akım akmaya başlamıştır.

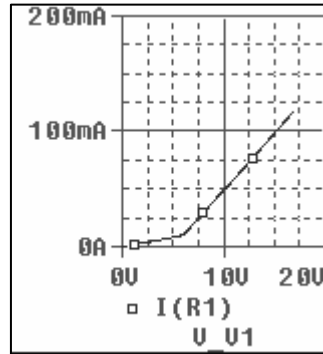


Şekil 5.1.7. Doğru yöndeki ölçüm



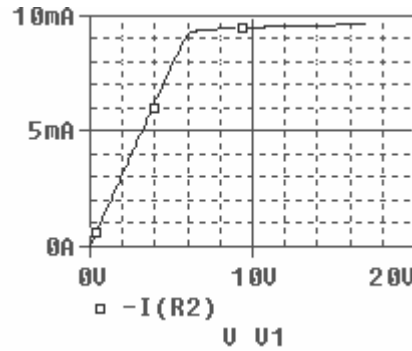
Şekil 5.1.8. Doğru yönde gerilim-akım eğrisi (0.7 V tan sonra iletme geçmiştir)

b) I_{R1} akımı Şekil en üstteki devre kullanılarak I probu yardımıyla ölçülmüş ve aşağıdaki şekil elde edilmiştir.



Şekil 5.1.9. IR1 akım eğrisi

c) I_{R2} akımı Şekil 5.1.7' deki devre kullanılarak I probu yardımıyla ölçülmüş ve aşağıdaki şekil elde edilmiştir.



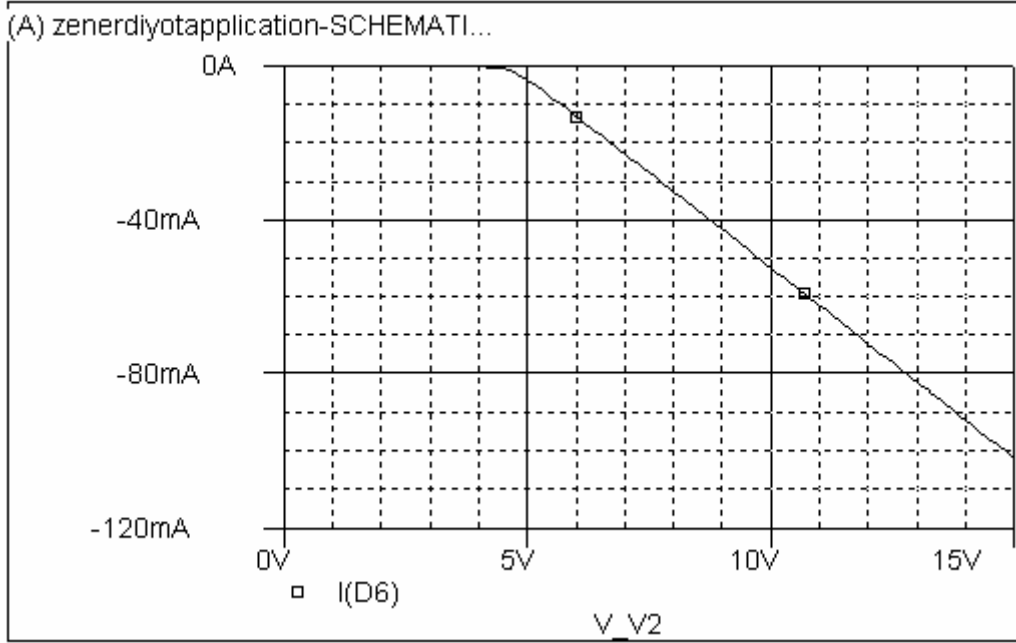
Şekil 5.1.10. IR2 akım eğrisi

d) Grafiklerdeki sonuçlardan da görüldüğü gibi I_{R2} akımı :

$I_{R1} = I_{R1} + I_Z$. denklemini ve $I_{R1} \cong 8,869$ mA ve $I_Z \cong 93,24$ mA değerleri ile $I_{R1} \cong I_{R1} + I_Z \cong 8,869$ mA + 93,24 mA $\cong 102,1$ mA sonucunu doğrular nitelikte bir grafiğe sahiptir zira grafikte de $I_{R1} \cong 102,1$ mA değerindedir.

2) Bu aşamada R_2 yük direnci çıkarılarak işlemlere devam edilmiştir :

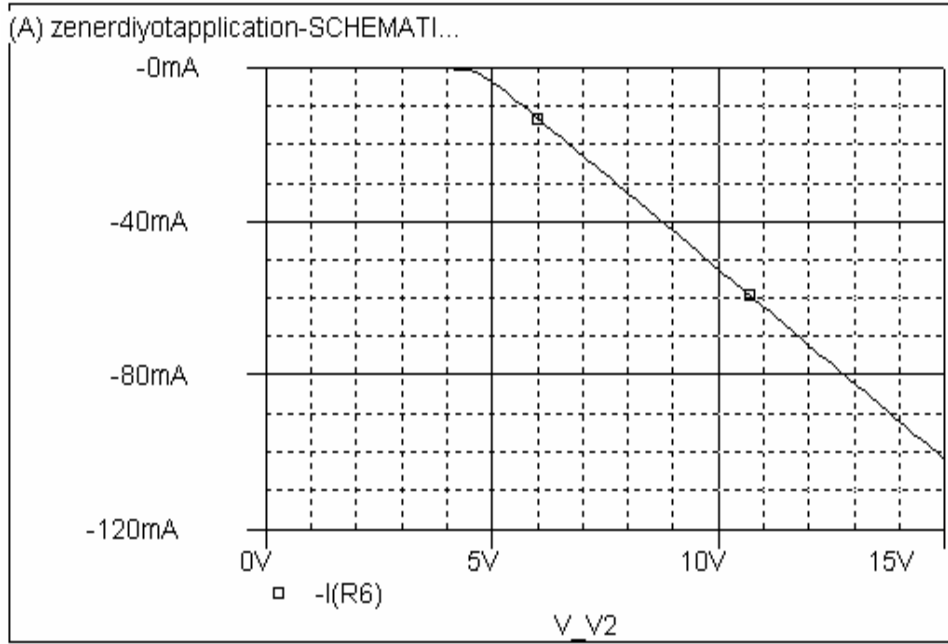
a) I_Z akımı I probu yardımıyla ölçülmüş ve aşağıdaki şekil elde edilmiştir.



Şekil 5.1.11. R_2 direnci devreden çıkarıldıktan sonra elde edilen $I_Z - V_Z$ grafiği

Grafikten de görüldüğü gibi zener diyot kırılma gerilimini aştıktan sonra I_Z akımı artmaya başlamış ve kaynak gerilimi olan 15V değerinde yaklaşık 102,1 mA değerine ulaşmıştır.

b) R_1 direnci üzerinden geçen I_{R1} yani toplam akım I probuyla ölçülmüş ve aşağıdaki şekil 5.1.12 elde edilmiştir.



Şekil 5.1.12. R₂ direnci devreden çıkarıldıktan sonra elde edilen I_{R1} – V₂ grafiği

Grafikten de görüldüğü gibi zener diyot kırılma gerilimini aştıktan sonra I_{R6} akımı da aynı I_Z gibi artmaya başlamış ve kaynak gerilimi olan 15V değerinde yaklaşık 102,1 mA değerine ulaşmıştır.

c) I_Z = I_{R1} olduğu görülmüştür . Bu eşitliğin olmasının nedeni; devrede zener diyot ters kırılma gerilimini aşana kadar devreden herhangi bi akım geçmez fakat ters kırılma gerilimini aştıktan sonra zener kapalı devre olacak ve yaklaşık 102,1 mA akım, zener diyot ve R₁ elemanları birbirine seri olduğundan bu elemanlardan aynı değerde geçecektir.

d) Zener iletimdeyken W probu kullanarak her elemanın harcadığı güç değerleri aşağıdaki gibi gözlenmiştir. :

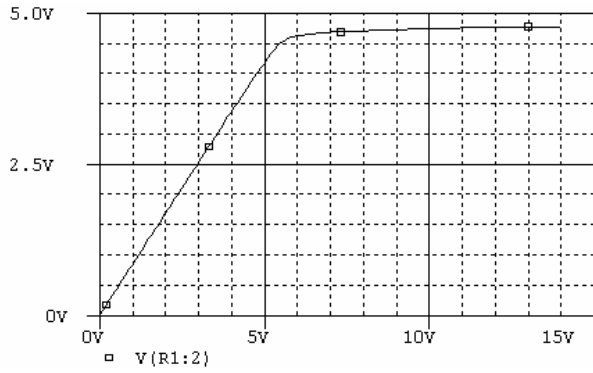
$$W_{R1} = 1,043 \text{ W} \quad W_Z = 446,5 \text{ mW} \quad W_{R2} = 42,48 \text{ mW}$$

3) V₂ kaynak gerilimi değerleri aşağıdaki tabloya göre değiştirilmiş ve V_{R1} çıkış gerilimi ölçülmüştür.

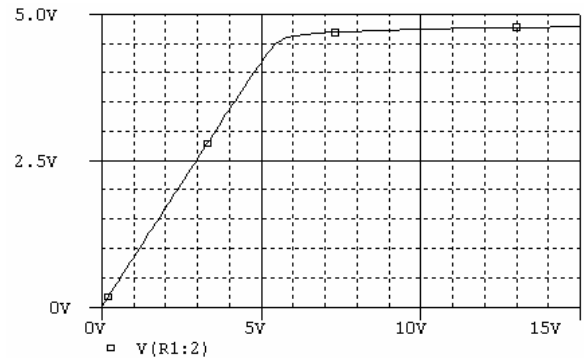
Tablo 5.1.1. V_2 deęişimlerine göre V_{R1} değerleri

V_2 (V)	V_{R1} (V)
14	4,7 V
15	4,7 V
16	4,7 V
17	4,7 V

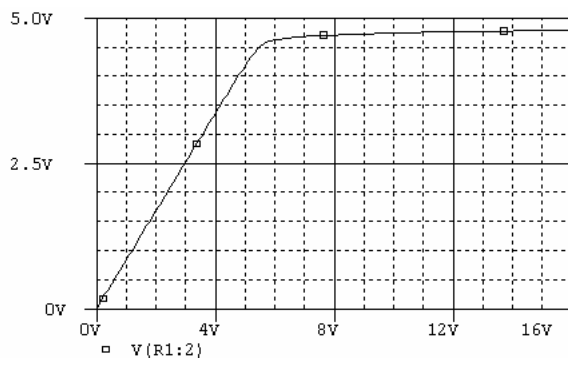
5.1.6. Deneye ait grafikler



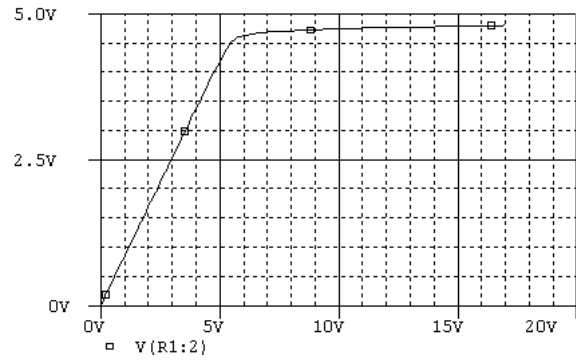
(a)



(b)



(c)



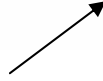
(d)

Şekil 5.1.13. Farklı V_2 değerlerine göre çıkış eğrisia) $V_2 = 14$ V ikenc) $V_2 = 16$ V ikenb) $V_2 = 15$ V ikend) $V_2 = 17$ V iken

5.1.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler

Yapılan deneyde zener diyodun regülatör elemanı olarak görev yaptığı görülmüştür. Ayrıca .lib dosyasından alınan zener diyot modelinde, modelin üstüne gelip mouse' un sağ tuşuna basıp Edit Spice Model' e girip zener diyodun ters kırılma gerilimini istediğimiz değerde ayarlayıp kaydederek kullanımında pratiklik sağlanmıştır .

```
.model D1N750 D(Is=880.5E-18 Rs=.2
+ Vj=.75 Fc=.5 Isr=1.8
+ Ibvl=1.9556m Nbv1=14
* Motorola pid=
* 89-9-18 gjg
* Vz = 4.7 @ 20mA, Zz
```



Şekil 5.1.14. Edit Spice Model' den Vz değerinin değiştirilmesi

5.2. Zener Diyot ve Opampla Yapılan Düşük Akımlı Regülatör Deneyi

5.2.1. Deneyin amacı

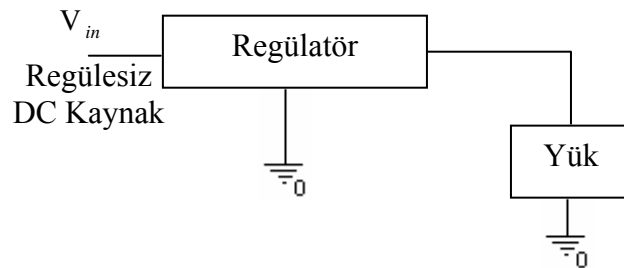
UA 741 opampı ve 5.1V zener diyot kullanarak düşük akımlı bir regüle devresi oluşturma ve bu devrenin çıkışını farklı yük değerlerinde gözleme

5.2.2. Deneyle ilgili teorik bilgi

Devre Orcad-Pspice programının capture uygulamasından faydalanılarak kurulur ve giriş-çıkış sinyalleri gözlenir. Devrede bulunan enerji kaynakları ve 0 (toprak) bağlantısı Pspice kütüphanesinin source.lib uzantılı dosyasından, UA741 opampı opamp.lib dosyasından, 1N4148 diyotları diode.lib uzantılı dosyasından ve R elemanları da analog.lib dosyasından alınarak devre şekil 5.2.3' deki gibi kurulur.

Bu devre temelde bir seri regülatör devresidir. Gerilim regülatörü bir yüke sabit bir dc gerilim sağlayan bir devredir. Gerilim regülatörü genellikle regülesiz ya da kötü regülasyonlu bir dc kaynak ile sabit gerilim kaynağına ihtiyaç duyan bir yük arasında kullanılır. Regülatör gerek dc kaynaktan gerekse yük akımında meydana gelebilecek değişimlere rağmen çıkışında hemen hemen sabit bir çıkış gerilimi sürdürebilmelidir [2].

5.2.2.1. Seri regülatör

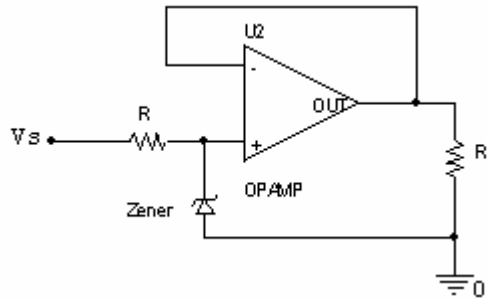


Şekil 5.2.1. Seri regülatörün blok diagramı

Seri regülatör temel bir regülatör devresidir. Yüke seri konan bu regülatör yük uçları arasındaki gerilimi algılayarak kendi üstündeki gerilim düşümünü ayarlar ve böylece yük gerilimini sabit tutar.

Kaynak gerilimi artarsa regülatör üzerinde düşen gerilim de eşit miktarda azalır. Sonuç olarak, dc kaynakta bulunabilen gerilim dalgalanmaları eşit ve zıt yönde dalgalanmalarla giderildiğinden yük gerilimi sabit kalmış olur. Seri regülatörler ayrı transistörler, Opamp' lar ve özel amaçlı entegre devreler kullanarak tasarlanabilirler. Düşük akımlı uygulamalarda Opamp' ların ve özel amaçlı entegrelerin yaygın olarak kullanılmasına karşılık yüksek akımlı (3A' den büyük) uygulamalarda bu akımı sağlayacak başka bir elemana, genellikle bir güç transistörüne ihtiyaç olur.

5.2.2.2. Opamp' lı seri regülatörler



Şekil 5.2.2. Opamp' lı gerilim regülatörü

Şekil 5.2.2' de basit düşük akımlı bir regülatör gösterilmiştir. Burada yük akımını opamp doğrudan sağlamaktadır. Devre gerçekte bir gerilim takipçisi olarak çalışmaktadır. Çıkış akımı, Opamp' ın çıkış akımı ve anma gücü değerleriyle sınırlı kalmaktadır. Çıkış gerilimi ise zener diyot gerilimine eşit olur.

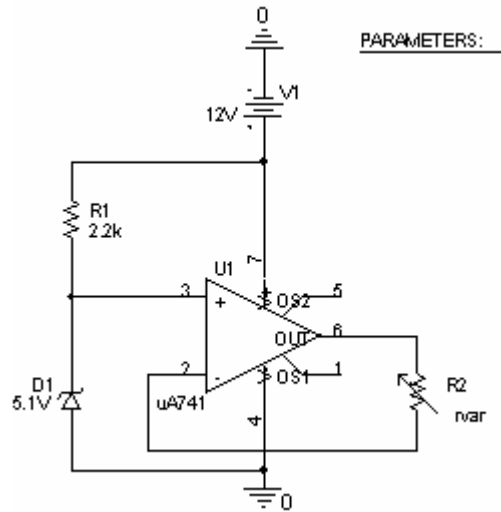
$$V_o = V_z$$

$$I_z = (V_{cc} - V_z) / R$$

5.2.3. Deneyde kullanılan malzemeler

- Opamp (UA741)
- Enerji kaynakları (V1 = 12Vdc)
- Diyotlar (D1 = 5.1V zener)
- Direnç (R1 = 2.2k Ω , R2 = rvar -değişkendirenç-)
- Ground (0 olarak isimlendirilmiş toprak bağlantısı)

5.2.4. Deney bağlantı şeması





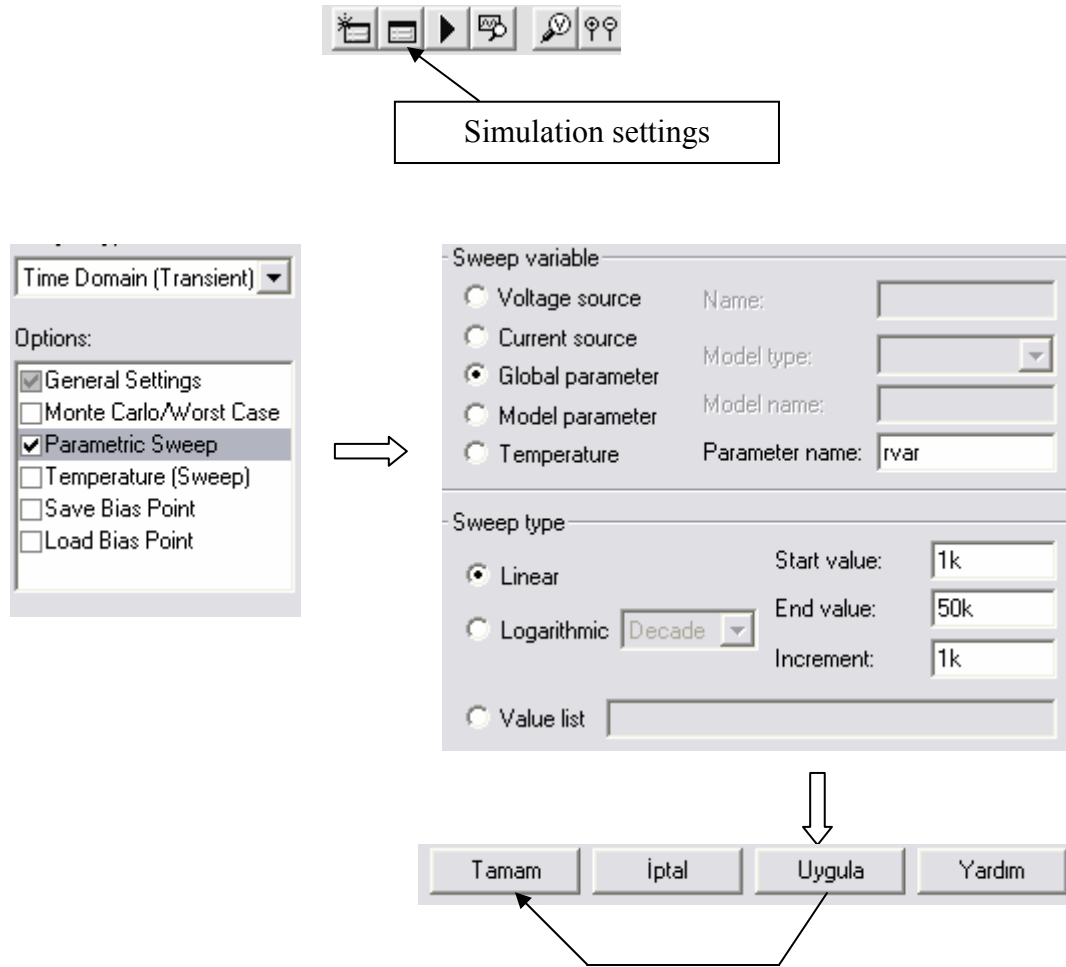
Şekil 5.2.3. UA 741kullanılarak yapılan düşük akımlı regülatör devresi

5.2.5. İşlem basamakları

- a) Şekil 5.2.3. deki devre kurulur.
- b) $V_1 = 15Vdc$ olarak ayarlanır .
- c) D_1 , 1N 751 zener diyot (5.1V) olarak alınır
- d) R_1 direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri 2.2k Ω , R_2 direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri ilk anda 1k Ω , ikinci adım olarak da ayarlanabilir direnç (rvar) olarak ayarlanır ve çıkış gerilimi ile çıkış akımları gözlenir.

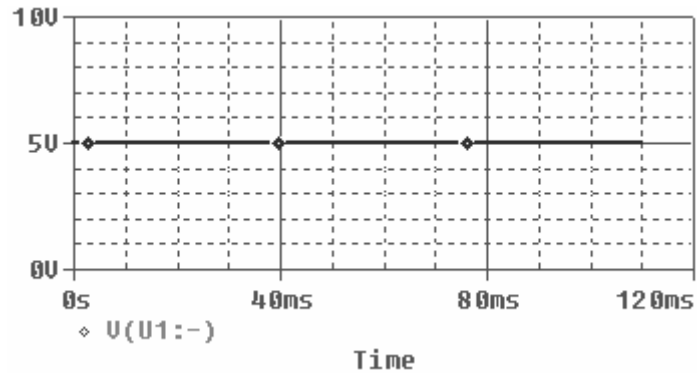
e) Edit simülasyon settings araç kutusundan analyse menüsüne girmiş ve Run to Time değeri 100msn olarak ayarlanmıştır. Daha sonra parametric sweep ile ilgili şekil wwww' deki ayarlamalar yapılmış ve devre çalıştırılmıştır (▶ RUN).

f) Devre çıkışında V probe' u () ve I probe' u () bağlayarak çıkış gözlenmiştir.

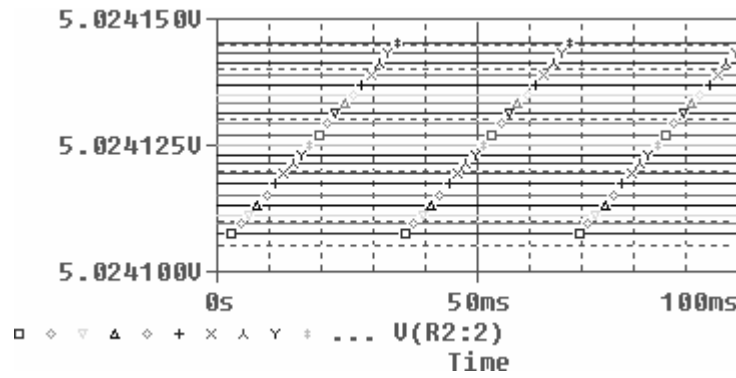


Şekil 5.2.4. Parametrik değerin ayarlanması

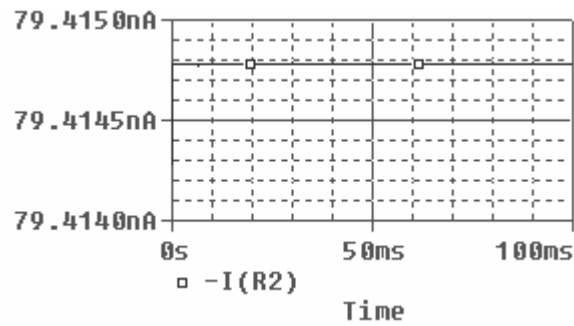
5.2.6. Deneye ait grafikler



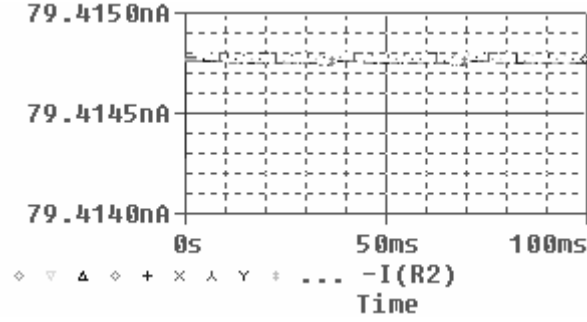
Şekil 5.2.5. Elemanlar ilk değerindeyken elde edilen çıkış gerilim eğrisi
(burada R_2 değeri $1k\Omega$)



Şekil 5.2.6. $R_2 = r_{var}$ (1ohm ile 1Kohm arasında 50 ohm luk adımlarla elde edilen) çıkış gerilim eğrisi



Şekil 5.2.7. $R_2 = 1k\Omega$ çıkış akımı eğrisi



Şekil 5.2.8. $R2 = rvar$ (buradaki R değerleri 1ohm ile 1Kohm arasında 50 ohm luk adımlarla seçilmiştir) çıkış akım eğrisi

Grafiklerden de görüldüğü gibi çıkış gerilim eğrisi zener gerilimine eşit çıkmış ve çıkış akımı çok düşük bir akım seviyesinde kalmıştır.

5.2.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler

Devre çıkış gerilimi olarak, zener diyoda eşitlenmiş bir regüle devresi olduğundan sınırlı kullanım alanına hitap etmiştir. Çıkış gerilim seviyesini, opampın evirmeyen yükselteç olarak kullanılması, çıkış akım seviyesini de bir transistör veya darlington bağlı transistör grubu ile ayarlayabilir ve istenilen yük değerlerinde kullanabiliriz. Yine opampın çıkışına LM 317 regüle enteresi bağlayarak da ayarlı bir çıkış elde edilebilir.

5.3. Çıkış Gerilimi Ayarlı Gerilim Regülatörünün İncelenmesi Deneyi

5.3.1. Deneyin amacı

UA 741 opampı ve 5.1V zener diyot kullanarak çıkış gerilimi ayarlanabilir bir regüle devresi oluşturma ve bu devrenin çıkışını farklı yük değerlerinde gözlemleme

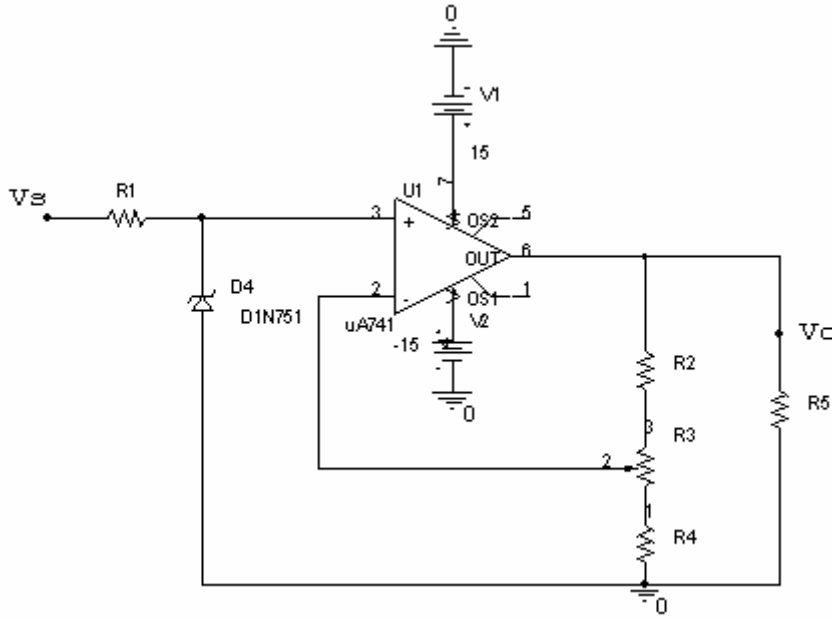
5.3.2. Deneyle ilgili teorik bilgi

Devre Orcad-Pspice programının capture uygulamasından faydalanılarak kurulur ve giriş-çıkış sinyalleri gözlenir. Devrede bulunan enerji kaynakları ve 0 (toprak) bağlantısı Pspice kütüphanesinin source.lib uzantılı dosyasından, UA741 opampı opamp.lib dosyasından, 2N 2222 bipolar transistörü bipolar.lib dosyasından ve R elemanları da analog.lib dosyasından alınarak devre şekil 5.3.3' deki gibi kurulur.

Bu devre temelde bir seri regülatör devresidir. Gerilim regülatörü bir yüke sabit bir dc gerilim sağlayan bir devredir. Gerilim regülatörü genellikle regülesiz ya da kötü regülasyonlu bir dc kaynak ile sabit gerilim kaynağına ihtiyaç duyan bir yük arasında kullanılır. Regülatör gerek dc kaynakta gerekse yük akımında meydana gelebilecek değişimlere rağmen çıkışında sabit bir çıkış gerilimi sürdürebilmelidir [4] .

Sabit çıkışlı bir regüle devresinin çıkışına 2N 2222 transistörü bağlanmış ve E ucuna bağlanan R1 ile R2 dirençleri yardımıyla çıkış gerilimi ayarlanmıştır.

İlgili aşağıda şekil 5.3.1' de verilmiştir.



Şekil 5.3.1. Opamp' lı ayarlanabilir gerilim regülatörü

Çıkış gerilim aralığı aşağıdaki gibi olur :

$$V_z = \frac{R_1 + R_2 + R_a}{R_2 + R_a} < V_o < V_z \cdot \frac{R_1 + R_2 + R_a}{R_2}$$

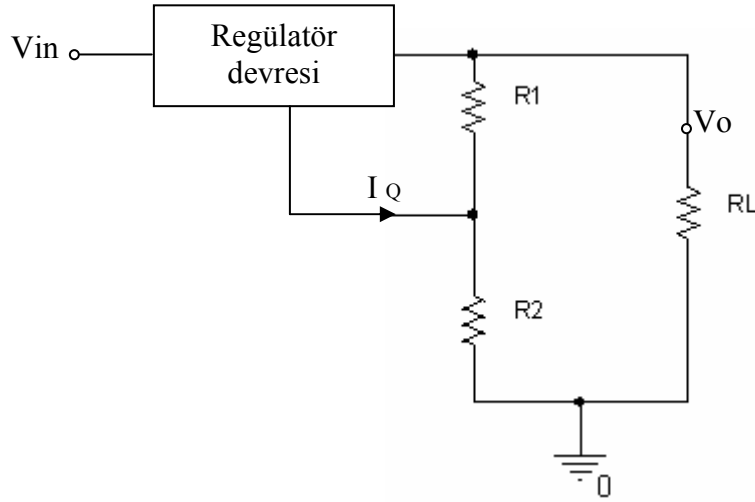
Yukarıdaki devrede çıkış akımı düşüktür [1-abdullah hoca kitabı]. Çıkış akımını yükseltmek ve çıkış gerilimini ayarlamak için deney bağlantı şemasında görülen devreden yararlanılmıştır.

Tipik bir gerilim regülatörü aşağıdaki özelliklere sahiptir :

- 1) Gerilim regülasyonu (ayarlı da olabilir)
- 2) Termal (ısı) aşırıyük koruması (ısınca devre dışı kalır)
- 3) Kısa devre akım sınırlama

Bu tip gerilim regülatörleri 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 24V gibi anma gerilim değerlerine ve 0.1A, 0.3A, bazen de 5A' den büyük anma akım değerlerine sahip olurlar. Ayrıca, pozitif değerli olanların yanısıra negatif değerli olanları da bulunmaktadır.

Bazı IC gerilim regülatörleri ayarlı olmasına rağmen çoğu sabit bir çıkış gerilimi sağlarlar. Bununla birlikte, sabit bir gerilim regülatörü kullanan bir devrenin çıkış gerilimini yükseltmek oldukça kolaydır [4] .



Şekil 5.3.2. Regülatör çıkış geriliminin yükseltilmesi

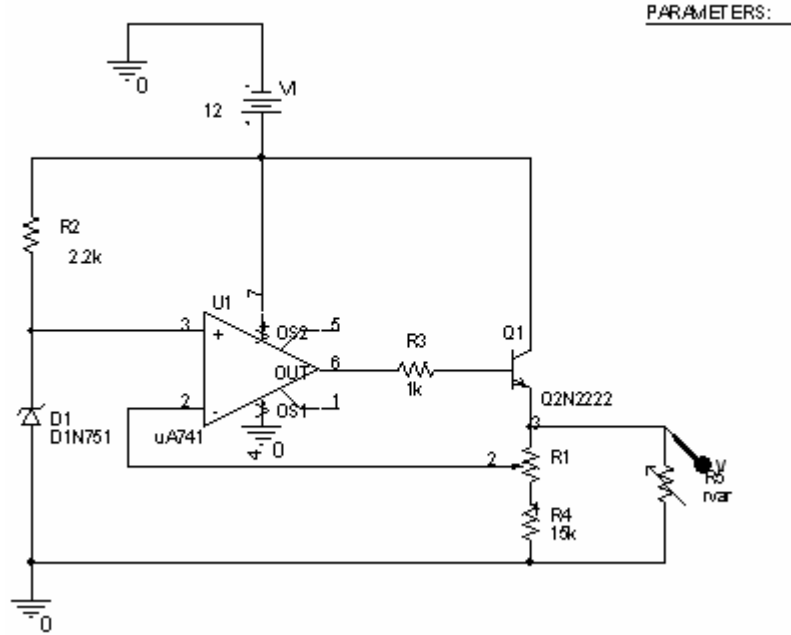
Şekil 5.3.2' deki regülatör, gerçekte R1 direncinin uçları arasındaki gerilimi regüle etmektedir. Bu, R1 direncinden geçen akımın sabit olması anlamına gelir. R2 direncinden geçen akım R1 direncinin akımından çok küçük miktarda (I_Q) fazladır. I_Q ' nun tipik değeri 8mA veya daha azdır. Devrenin çıkış gerilimi iki direncin uçları arasındaki gerilimlerin toplamına eşittir ve aşağıdaki gibi hesaplanır :

$$V_0 = V_{R1} + R_2 \left(I_Q + \frac{V_{R1}}{R_1} \right)$$

5.3.3. Deneyde kullanılan malzemeler

- Opamp (UA741)
- $Q_1 = 2N 2222$ bipolar transistör
- Enerji kaynakları ($V1 = 12Vdc$)
- Diyotlar (D1 (1N751) = 5.1V zener)
- Direnç ($R1(potans) = 10k\Omega$, $R2 = 2.2 K\Omega$, $R3 = 1K\Omega$, $R4 = 15K\Omega$,
 $R5 = rvar$ (- parametrik değer verilir -)
- Ground (0 olarak isimlendirilmiş toprak bağlantısı)

5.3.4. Deney bağlantı şeması





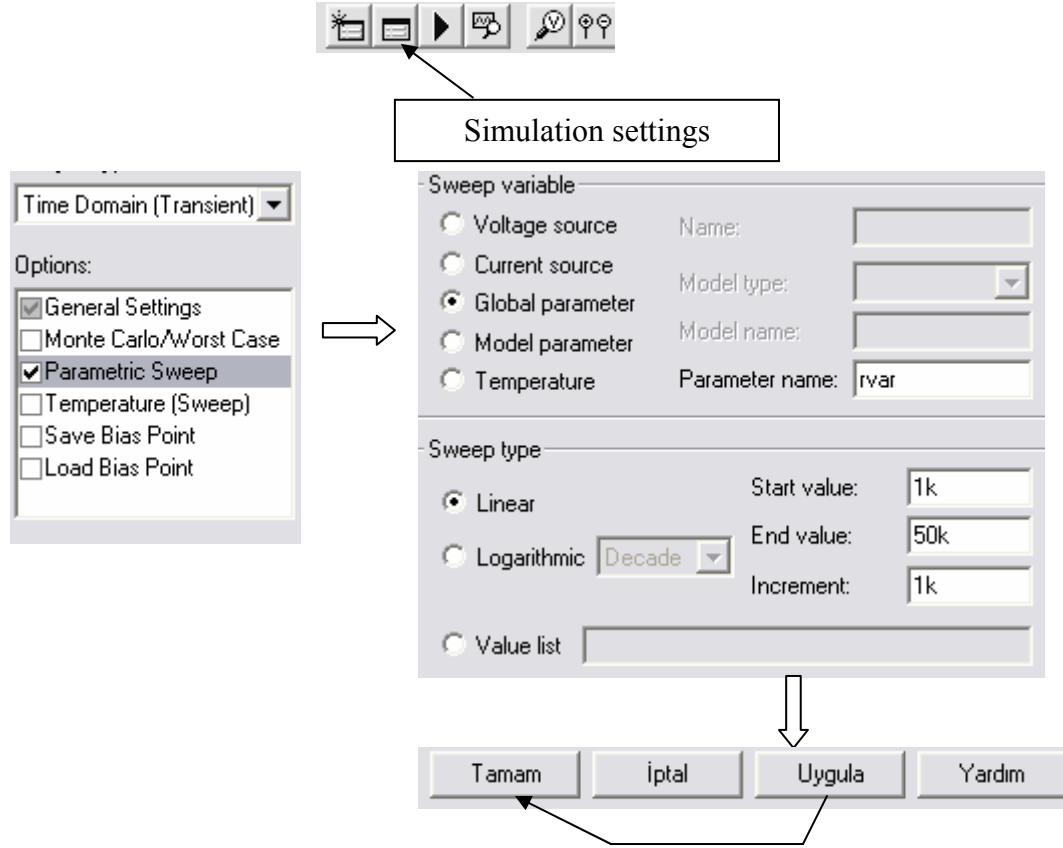
Şekil 5.3.3. UA 741kullanılarak yapılan çıkış gerilimi ayarlı regülatör devresi

5.3.5. İşlem basamakları

- Şekil 5.3.3' deki devre kurulur.
- $V_1 = 15\text{Vdc}$ olarak ayarlanır .
- D_1 , 1N 751 zener diyot (5.1V) olarak alınır
- R_1 potansiyometresi analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $10\text{k}\Omega$, R_2 direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $2.2\text{k}\Omega$, R_3 direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $1\text{k}\Omega$, R_4 direnci analog.lib kütüphane dosyasından bulunarak değeri $15\text{k}\Omega$ ve R_5 direnci de ayarlanabilir direnç (rvar) olarak ayarlanır ve çıkış gerilimi ile çıkış akımları gözlenir.

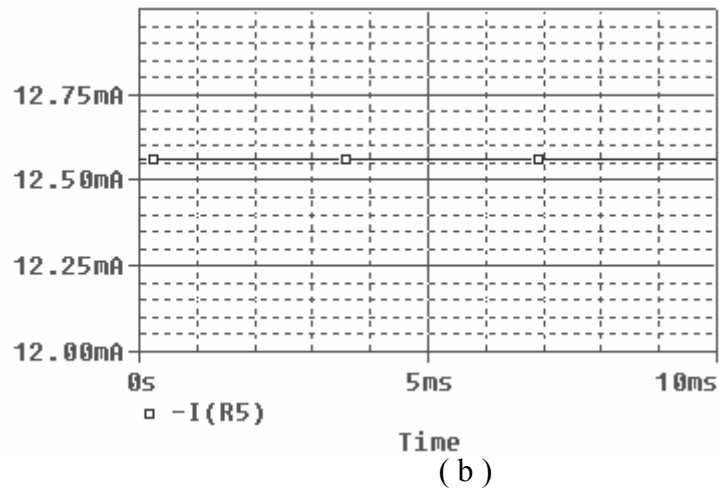
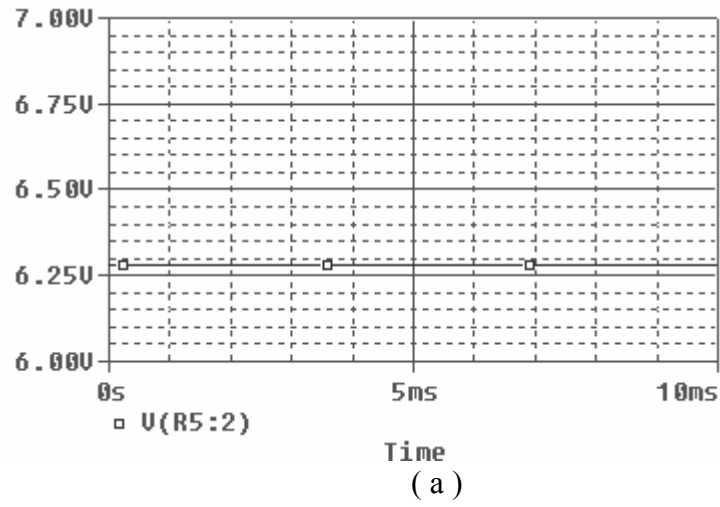
e) Edit simulation settings araç kutusundan analyse menüsüne girmiş ve Run to Time değeri 10msn olarak ayarlanmıştır. Daha sonra parametric sweep ile ilgili şekil 5.3.4' deki ayarlamalar yapılmış ve devre çalıştırılmıştır (▶ RUN).

f) Devre çıkışında V probe' u () ve I probe' u () bağlayarak çıkış gözlenmiştir.

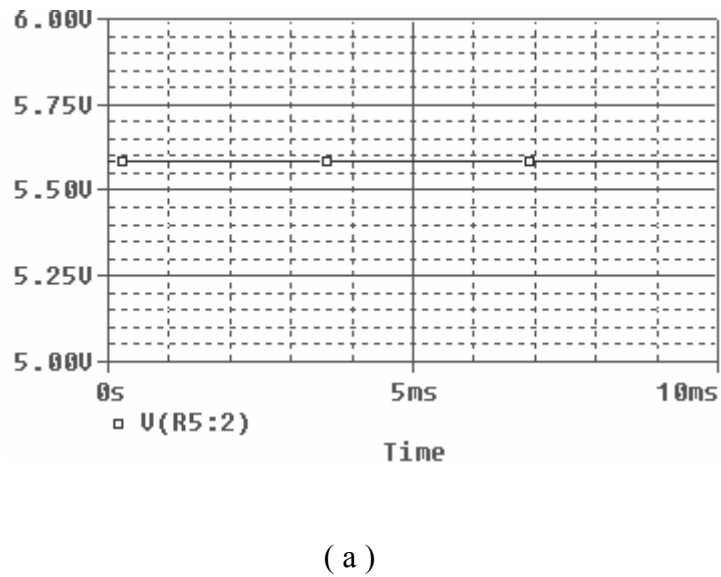


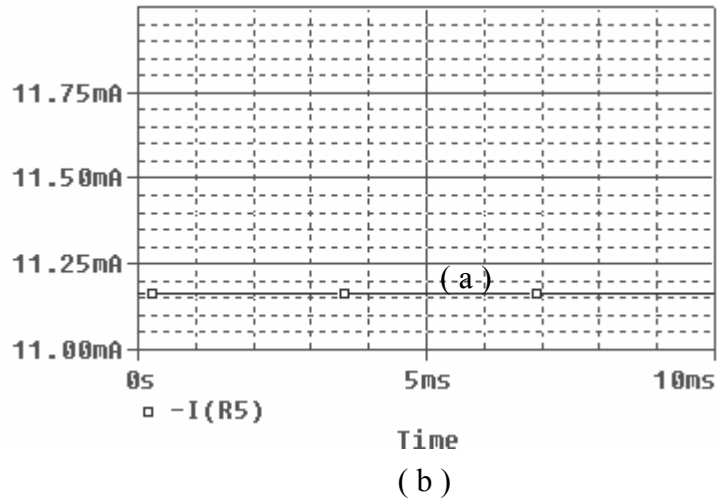
Şekil 5.3.4. Parametrik değerin ayarlanması

5.3.6. Deneye ait grafikler

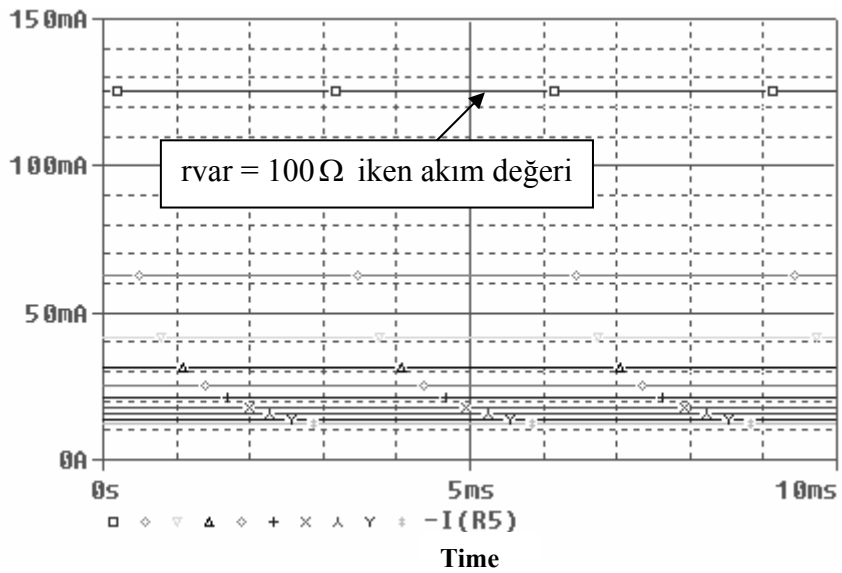


Şekil 5.3.5. $r_{var} = 1k$ sabit değere sahipken ve R1 potansı 5k-5k olarak ikiye bölünmüş halde iken elde edilen a) gerilim çıkış eğrisi ($V_o \cong 6.25V$) b) R5 yük direncinden geçen akım eğrisi

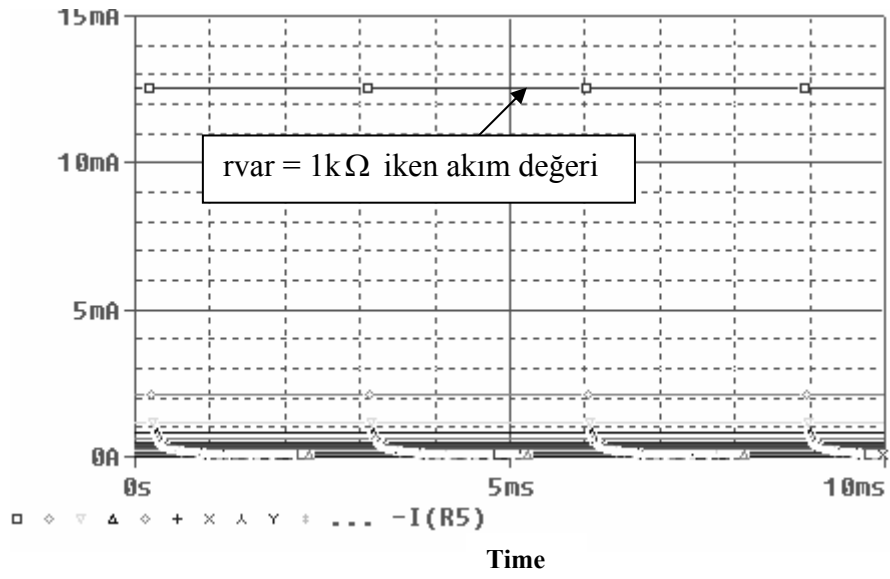




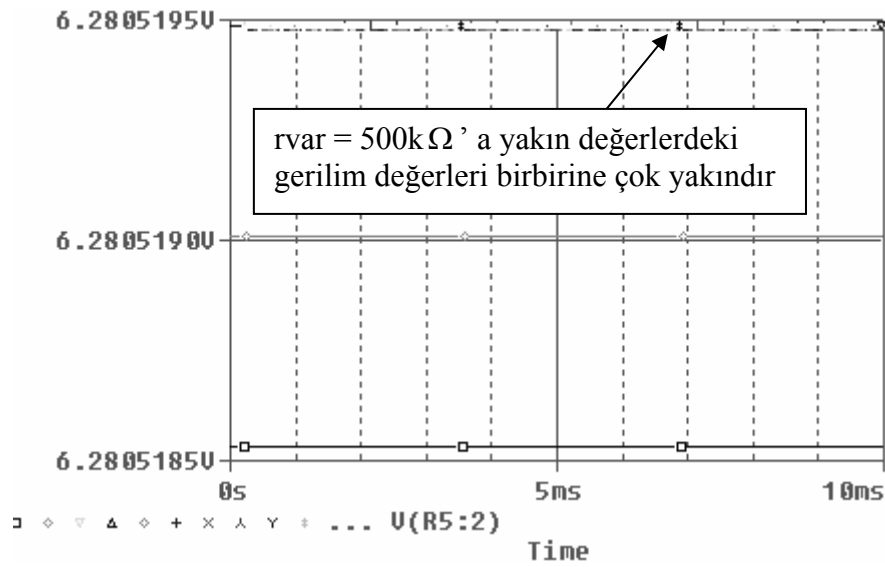
Şekil 5.3.6. $r_{var} = 1k$ sabit değere sahipken ve $R1$ potansı $2.5k-7.5k$ olarak bölünmüş halde iken a) $R5$ 'in üst ucundan elde edilen çıkış eğrisi ($V_o \cong 6.25V$), b) $R5$ ' ten geçen akım eğrisi



Şekil 5.3.7. r_{var} , $100\Omega - 1k\Omega$ arasında ve 100Ω ' luk artışlarla değer alırken üzerinden geçen akımın eğrisi



Şekil 5.3.8. rvar, $1k\Omega$ - $500k\Omega$ arasında ve $5k\Omega$ ' luk artışlarla değeri alırken üzerinden geçen akımın eğrisi



Şekil 5.3.9. rvar, $1k\Omega$ - $500k\Omega$ arasında ve $5k\Omega$ ' luk artışlarla değeri alırken uçlarındaki gerilim değeri

5.3.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler

Devre çıkışı, zener diyot gerilimine eşit bir regüle devresi iken Çıkış gerilim seviyesini, opampın evirmeyen yükselteç olarak kullanılması ve çıkış akım seviyesini de bir transistör veya darlington bağlı transistör grubu ile ayarlamış ve istenilen yük değerlerinde kullanılarak çekilen akım değerleri gözlenmiştir. Devre çıkışındaki potansiyometre yardımıyla devre çıkış gerilimi ayarlanmıştır. Potansiyometre uçları farklı oranlarda bölünmüş, çıkış gerilim ve akım değerleri gözlenmiştir.

BÖLÜM 6. GERİLİM KONTROLLÜ ANAHTARLA GÜÇ KAYNAKLARI (SMPS – SWITCH MODE POWER SUPPLIES)

6.1. Buck Konvertör (Dc-Dc Konvertör) Deneyi

6.1.1. Deneyin amacı

Bir DC – DC konvertör devresini kurma, çıkış genliğini değişken yük empedanslarından etkilenmeyecek şekilde sabit tutma

6.1.2. Deneyle ilgili teorik bilgi

Devre Orcad-Pspice programının capture uygulamasından faydalanılarak kurulur ve çıkış genliği yük direnci değiştirilerek gözlenir. Devrede bulunan V1, V2 kaynağı ve 0 (toprak) bağlantısı Pspice kütüphanesinin source.lib uzantılı dosyasından, 1n 4148 diyotları diode.lib uzantılı dosyasından, Res direnci ve L bobini designcache.lib dosyasından, C elemanı ve S1 anahtarı analog.lib dosyasından alınarak devre şekil 6.1.1' deki gibi kurulur.

Temelde gerilim kontrollü anahtar kullanılarak oluşturulan Buck Konvertörler bir çeşit anahtarlama modlu güç kaynağı (switch mode power supply - smps)' dir[6].

Smeps' nin avantajları şunlardır :

- 1) Yüksek verim ve düşük ısı oluşumu
- 2) Etkili regülasyon
- 3) Küçük boyutlara sahip olma

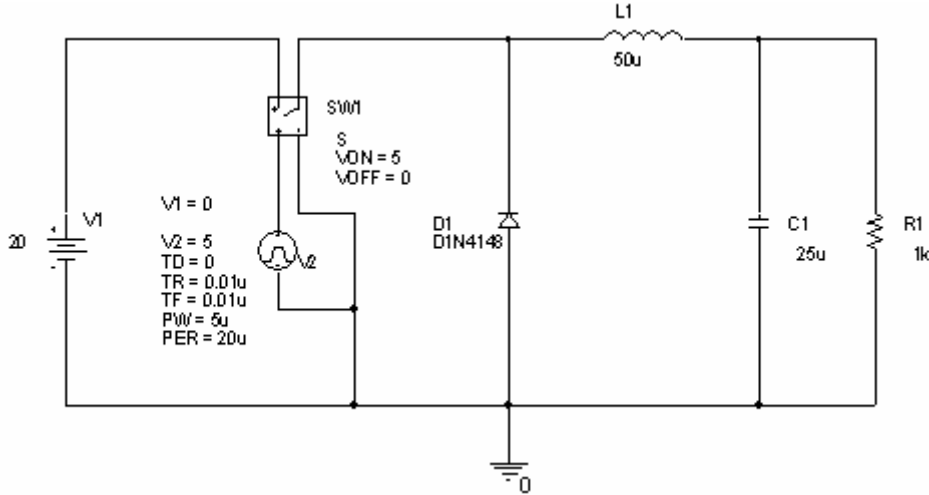
Ayrıca ısınmadan dolayı oluşan kayıpları telafi edip, yükteki değişimleri takip edip sürekli ve yüksek bir regülasyon sağlar.

Anahtarlama elemanı da yüksek frekansta çalıştığından, 50 Hz gibi düşük frekanslarda çalışanlara göre fiziksel olarak daha küçük ve taşınması daha kolaydır. LC filtresi çıkışta bir DC gerilim sağlar.kare dalga kontrol sinyalini ayarlar ve böylece sinyalin gerilim-zaman ortalamasını kontrol eder [6] .

6.1.3. Deneyde kullanılan malzemeler

- Enerji kaynakları ($V1= 220VAC/50Hz$),
 $V2=$ darbe üretici,($v1=0,v2=10,TD=0,TR=0.01u,TF=0.01u,PW=5u$ ve $PER=20u$ alınır)
- Diyotlar ($D1,D2,D3,D4,D5 = 1N 4148$ diyotları)
- Direnç ($R1 = Rvar\Omega$)
- Kondansatör ($C_1 = 4700 u$)
- S_1 (gerilim kontrollü anahtar $V_{on} = 10V, V_{off} = 0V$)
- Bobin ($L = 50uH$)
- Ground (0 olarak isimlendirilmiş toprak bağlantısı)

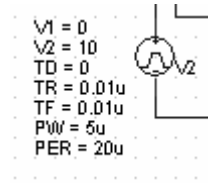
6.1.4. Deney bağlantı şeması



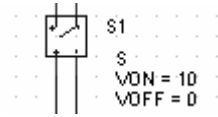
Şekil 6.1.1. Buck konvertör devresi

6.1.5. Deneyin işlem basamakları

- Yeni bir Project uygulama sayfası açılır.
- V1 (20 Vdc) kaynağı source.lib kütüphane dosyasından alınarak uygun değerler uygulanır.
- V2=darbe üretici (VPulse) source.lib kütüphanesinden alınır ve aşağıdaki değerler şekil 6.1.2' deki gibi uygulanır :
(v1=0,v2=10,TD=0,TR=0.01u,TF=0.01u,PW=5u ve PER=20u)
- D1 = 1N 4148 olarak alınır ve Bv değeri kaynak geriliminden büyük değer olarak Property editor den değiştirilir .
- L, C ve R elemanları analog.lib kütüphane dosyasından seçilerek çalışma ortamına getirilir.
- S1 gerilim kontrollü anahtar elemanı analog.lib kütüphane dosyasından seçilerek değeri şekil 6.1.3' deki gibi değiştirilir .

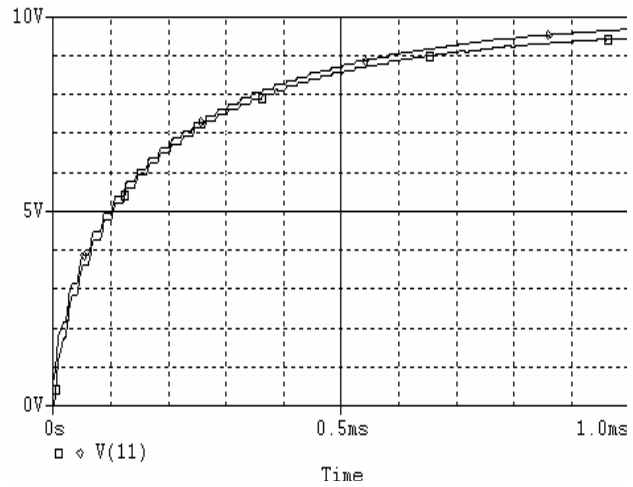
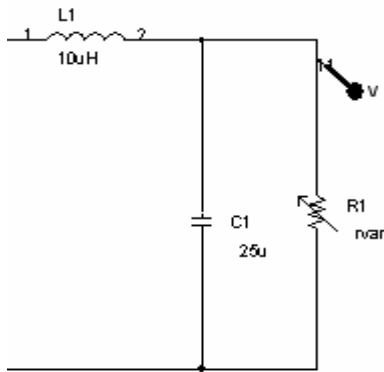


Şekil 6.1.2. VPulse kaynağında uygun değerlerin girilmesi

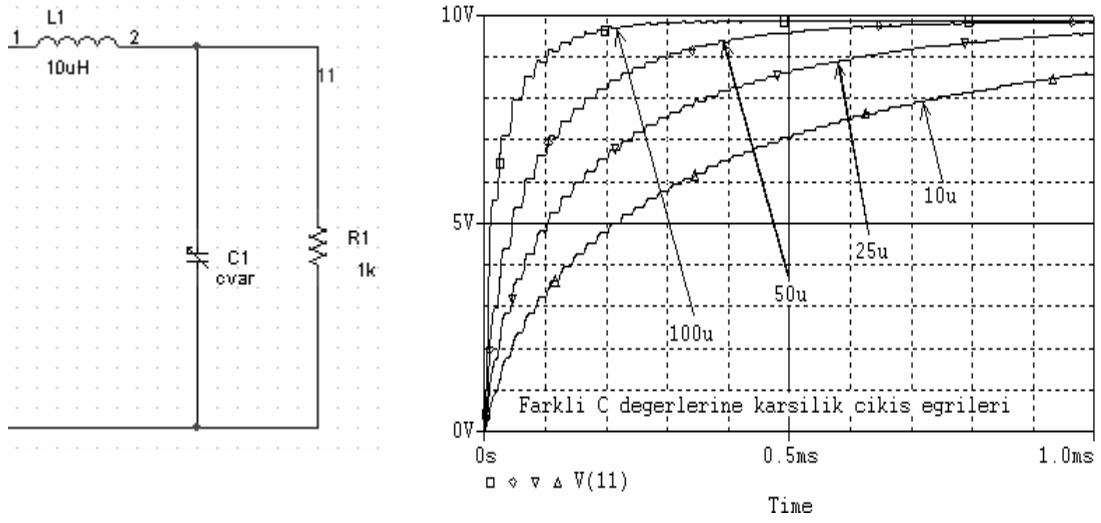


Şekil 6.1.3. S1 anahtarında Von ve Voff değerleri

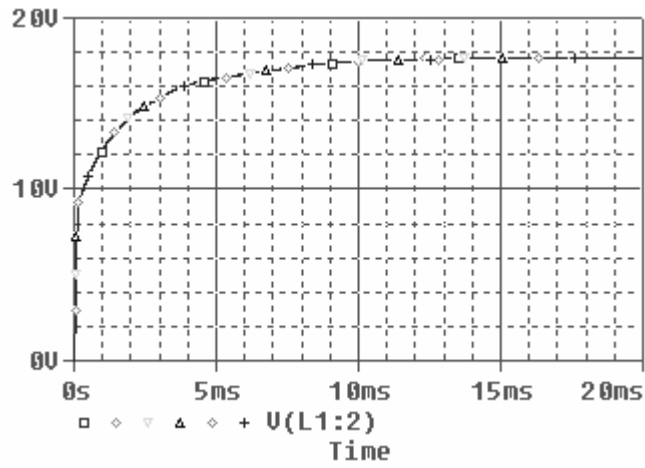
6.1.6. Deneye ait grafikler



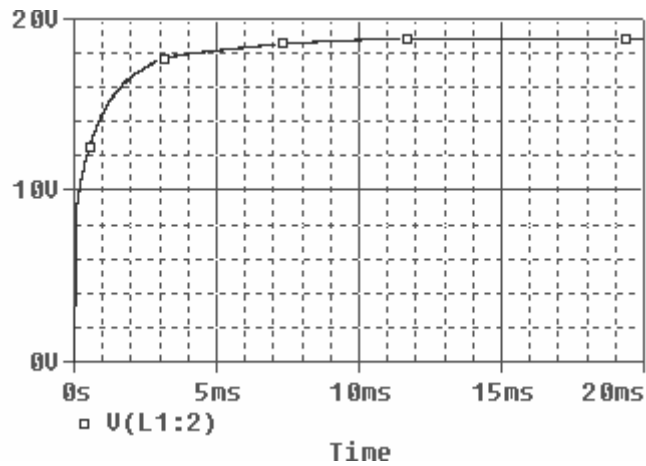
Şekil 6.1.4. Rvar = 1k 150k değerlerine karşılık elde edilen çıkış eğrisi



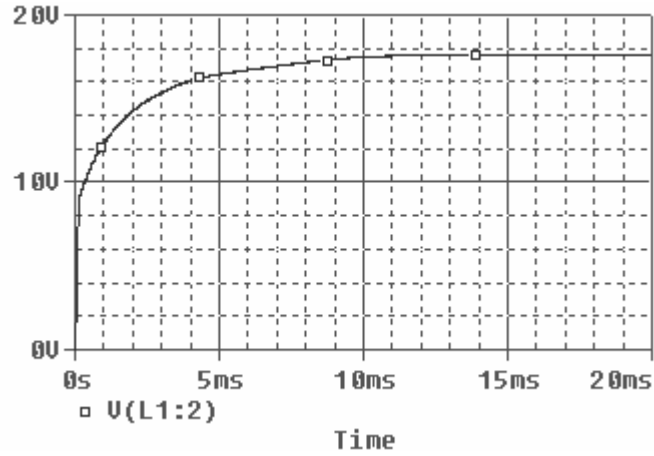
Şekil 6.1.5. Cvar = 10u 25u 50u 100u değerlerine karşılık elde edilen çıkış eğrileri



Şekil 6.1.6. V1 = [10V,12V, 14V, 16V, 18V ve 20V] ve L = 100uH iken çıkış eğrisi

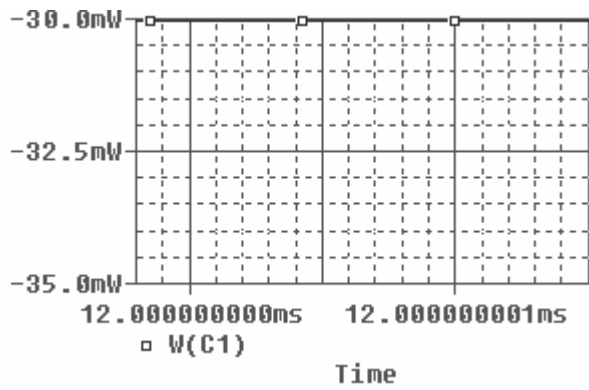


Şekil 6.1.7. L = 50uH iken gözlenen çıkış eğrisi

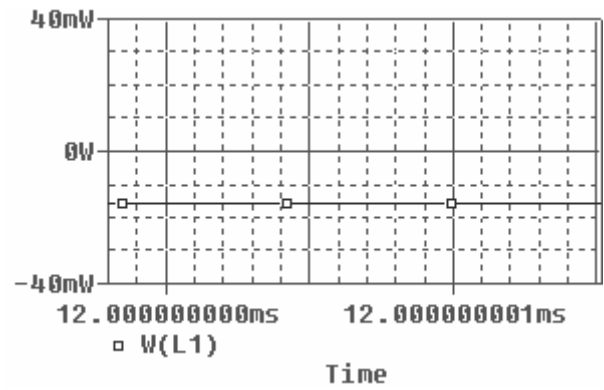


Şekil 6.1.8. L değeri arttırıldığında (100uH) çıkış genliğine etkisi

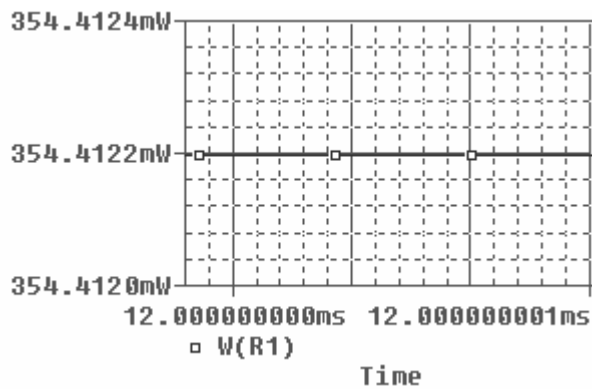
12 msn de devre çıkışı kararlı bir DC gerilim seviyesine ulaşıyor. Bu t anındaki elemanlar üzerinde harcanan güce bakılarak aşağıdaki değerler elde edilir :



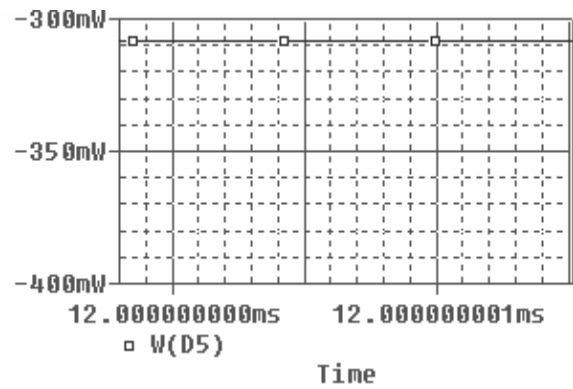
(a)



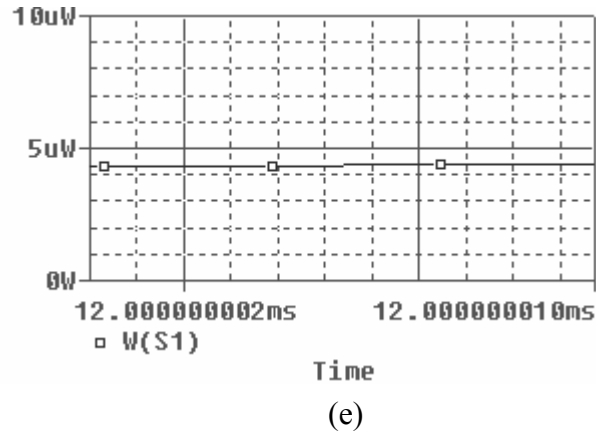
(b)



(c)



(d)



Sekil 6.1.9. Elemanlar üzerinde harcanan güç değerleri ve eğrileri :

- | | |
|--|---|
| <p>$t = 3\text{msn}$ de
 $L1 = 50\mu\text{H}$
 $R1 = 1\text{k}$
 $C1 = 25\mu\text{F}$
 $S1$ ($R_{on} = 0.01$) iken</p> | <p>a) $C1$' de harcanan güç yaklaşık 30 mW
 b) $L1$' de harcanan güç yaklaşık 15mW
 c) $R1$' de harcanan güç yaklaşık 354mW
 d) $D1$' de harcanan güç yaklaşık 310mW
 e) $S1$' de harcanan güç yaklaşık 4.5uW</p> |
|--|---|

Tablo 6.1.1. Sekil 6.1.1' deki değerler ilk başta sabit tutulup, diğer elemanların değerini değiştirerek bunların güce etkisi görülür

- a) $S1$ ($R_{on} = 0.1$ ohm)
b) $C1 = 100\mu\text{F}$
c) $L1 = 100\mu\text{H}$
d) $R1 = 10\text{k}$ yapıldığında $t = 12$ msn deki harcanan ani güç değerleri

ELEMAN	HARCANAN GÜÇ	İLK HARCANAN GÜÇ
S1	5 uW	4.5 uW
C1	104mW	30 mW
L1	15 mW	13 mW
R1	354.09 mW	354 mW
D1	235 mW	310 mW

(a)

ELEMAN	HARCANAN GÜÇ	İLK HARCANAN GÜÇ
S1	62.5 uW	4.5 uW
C1	450 mW	30 mW
L1	44.5 mW	13 mW
R1	309.34 mW	354 mW
D1	97.5 mW	310 mW

(b)

ELEMAN	HARCANAN GÜÇ	DEVREDE İLK ANDA HARCANAN GÜÇ
S1	70 uW	4.5 uW
C1	192 mW	30 mW
L1	40 mW	13 mW
R1	309 mW	354 mW
D1	78 mW	310 mW

(c)

ELEMAN	HARCANAN GÜÇ	DEVREDE İLK ANDA HARCANAN GÜÇ
S1	27.5 uW	4.5 uW
C1	185 mW	30 mW
L1	62.75 mW	15 mW
R1	38.49 mW	354 mW
D1	280 mW	310 mW

(d)

6.1.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler

Buck konvertör devresi bir dc-dc konvertördür .Giriş genliğini çıkışta düşürme özelliğinden dolayı “step-down konvertör” de denilir. DC bir gerilimi istenilen DC seviyeye dönüştürmek ve farklı yük empedanslarında da kullanılmıştır. Devrenin bir dezavantajı da farklı yük empedanslarında kullanırken çıkış genliğinin değişmesidir.

Daha sonraki deneylerde de uygulanacak olan voltage-mode-control devresi bu dezavantajı ortadan kaldırmış ve çıkış genliği yüksek empedanslarda bile sabit kalmıştır.

6.2. Anahtarlama Modlu Güç Kaynaklarında Güç Kaybının İncelenmesi Deneyi (Smpps Power Loss)

6.2.1. Deneyin amacı

Buck konvertörde elemanlar üzerinde harcanan güçlerin ve kaynaktan çekilen gücün karşılaştırılması, incelenmesi ve yorumlanması

6.2.2. Deney ile ilgili teorik bilgi

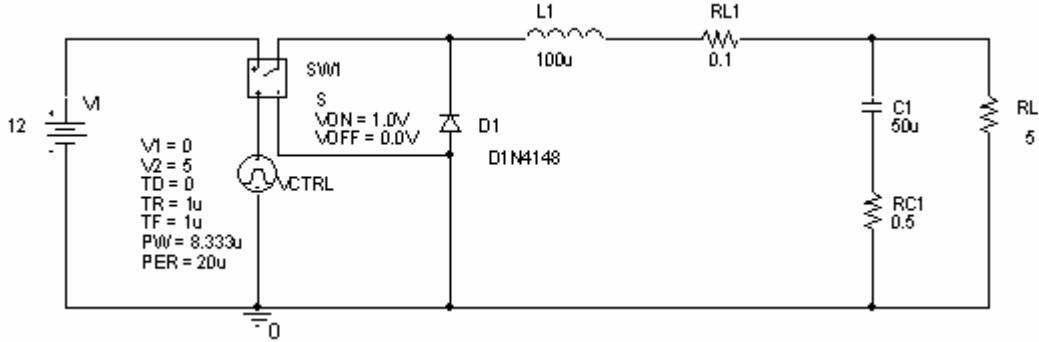
Güç kaynaklarında harcanan gücün büyük bölümü güç elemanları üzerinde tüketilmektedir. Bu durum iyi bir güç kaynağının güvenilirliği için sorun oluşturur. Bir elemanın uçlarında gerilmi düşümü meydana gelmesiyle eş zamanlı olarak üzerinden de bir akım akışı mevcutsa bu durumda bir kayıptan söz edilebilir.

Bu kayıplar kontrol devreleri ile düzenlenebilir, başka bir devre veya düzenekle en aza indirilebilir. Parmağımızı güç yarıiletkeninin üzerine değdirdiğimizde bir sıcaklık hissediyorsak bu bir kayıptır. Aynı zamanda gerilim, akım ve güç kayıplarını da osilaskop ve diğer ölçü aletlerini kullanarak tespit edebiliriz [6]

6.2.3. Deneyde kullanılan malzemeler

- Enerji kaynakları ($V_1 = 220\text{VAC}/50\text{Hz}$),
VCTRL = darbe üretici, ($v_1=0, v_2=5, TD=0, TR=1\mu, TF=1\mu, PW=8.333\mu$ ve
PER=20 μ alınır)
- Diyotlar (D1 = 1N 4148)
- Direnç ($RL_1 = 0.1\ \Omega$, $RC_1 = 0.5\ \Omega$ ve $RL = 5\ \Omega$)
- Kondansatör ($C_1 = 50\ \mu$)
- S_1 (gerilim kontrollü anahtar $V_{on} = 1.0\text{V}$, $V_{off} = 0\text{V}$)
- Bobin ($L_1 = 100\mu\text{H}$)
- Ground (0 olarak isimlendirilmiş toprak bağlantısı)

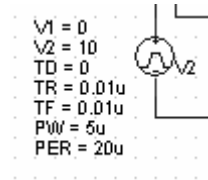
6.2.4. Deneyin bağlantı şeması



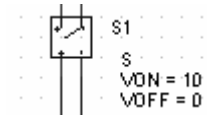
Şekil 6.2.1. Buck konvertör devresi

6.2.5 Deneyin işlem basamakları

- Yeni bir Project uygulama sayfası açılır.
- V1 (20 VDC) kaynağı source.lib kütüphane dosyasından alınarak uygun değerler uygulanır.
- V2=darbe üretici (VPulse) source.lib kütüphanesinden alınır ve aşağıdaki değerler şekil 6.1.2' deki gibi uygulanır :
(v1=0,v2=10,TD=0,TR=0.01u,TF=0.01u,PW=5u ve PER=20u)
- D1 diyodu 1N 4148 olarak alınır ve Bv değeri kaynak geriliminden büyük değer olarak Property editor den değiştirilir .
- L, C ve R elemanları analog.lib kütüphane dosyasından seçilerek çalışma ortamına getirilir.
- S1 gerilim kontrollü anahtar elemanı analog.lib kütüphane dosyasından seçilerek değeri şekil 6.2.3' deki gibi değiştirilir .



Şekil 6.2.2. VPulse kaynağında uygun değerlerin girilmesi

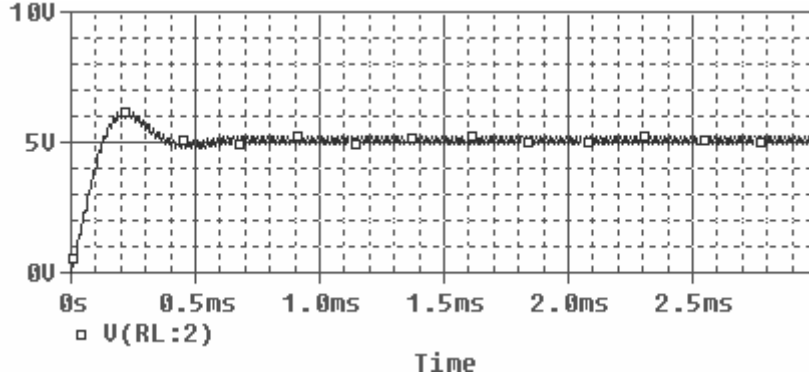


Şekil 6.2.3. S1 anahtarında Von ve Voff değerleri

- Elemanlar üzerindeki güç değerleri ölçülerek ilgili yerlere kaydedilir.

6.2.6. Deneye ait grafikler

R_L uçlarındaki V_o çıkış gerilim eğrisi aşağıdaki gibidir :



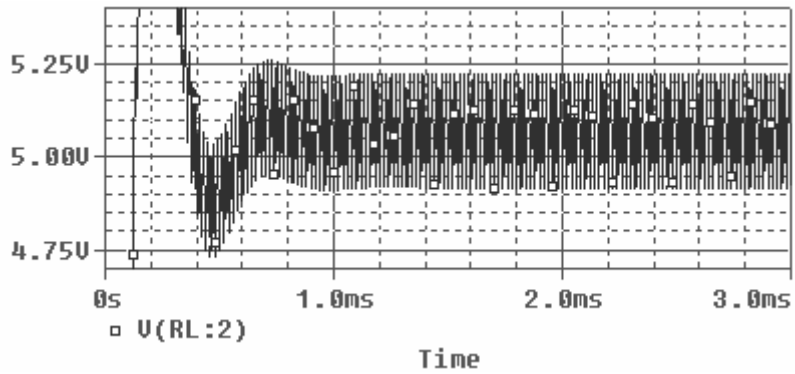
Şekil 6.2.4. Devrenin ilk değerleri ile elde edilen çıkış eğrisi (yaklaşık 5Vdc)

Devredeki anahtarlama için kullanılan VCTRL kaynağının frekansı $f = 1 / T$ den 50 KHz bulunur. SW1' in ON konumunda kalma süresi 8.333 usn ve giriş gerilimi olan 12V' luk değer de çıkışta aşağıdaki hesaplanan değer olarak aktarılır :

$$V_o = V_{RL} = T_{on} / \text{Periyot} * V_1$$

$$= 8.333\text{us} / 20\text{us} * 12\text{V} = 5\text{V}$$

V probu ile çıkışta ölçülen değere çıkış eğrisinden baktığımızda, teorik ile simulasyonun yaklaşık olarak eşit olduğu söylenebilir. Eğriden 0.5V luk bir hata payının olduğu görülmüştür.



Şekil 6.2.5. Çıkış genliği üzerindeki ripple

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi çıkış gerilimi kararlı bir seviyeye ulaştığında üzerinde yaklaşık 300 mV p-p luk bir ripple oluşur.

Devredeki SW1 üzerinde ne kadar güç harcandığına bakarsak, Sw1 in en düşük güç harcadığı zaman olan tam iletim ve tam kesim durumunda üzerinde harcadığı güç :

Yaklaşık 780 mW' dur .

Devrede SW1 VCTRL kaynağı ile kontrol edildiği için Tr ve Tf zamanları küçültüldüğünde bir tekrarlama periyodunda harcanan güç azalır ve SW1' de harcanan güç:

780 mW' tan 150 uW a kadar düşer ki bu SW1' in harcadığı en düşük zaman aralığında gerçekleşir (Bu değer, Tr ve Tf değerleri 0.5u yapıldıktan sonra SW1'in harcadığı en düşük güç değeridir)

SW1 den çıkan akım L1 bobininden geçerken bobinin harcadığı güç :

3.175 mW' tur.

SW1 de Ron = 0.2 iken, devre kararlı bir DC gerilime ulaştığında :

156 uW'lık bir güç düşümü meydana gelir

Devrede RL1 ve RC1 elemanları üzerinden ısınma şeklinde önemli bir güç kaybı olur. Devredeki ilk değerler uygulanırken t = 1msn' deki RL1 ve RC1 üzerinde harcanan ani güç değerleri :

$P = 50\text{mW}$ (RL1 üzerinde harcanan güç)

$P = 28\text{mW}$ (RC1 üzerinde harcanan güç)

Devredeki ilk değerler uygulanırken t = 1msn' deki RL1 = 0.05 ve RC1 = 0.25 iken üzerlerinde harcanan ani güç değerleri :

$P = 25.5\text{mW}$ (RL1 üzerinde harcanan güç)

$P = 13.5\text{mW}$ (RC1 üzerinde harcanan güç)

Devredeki ilk değerler uygulanırken $t = 1\text{msn}$ 'deki D1'in üzerinde harcanan ani güç değeri ($P = 350\text{ mW}$).

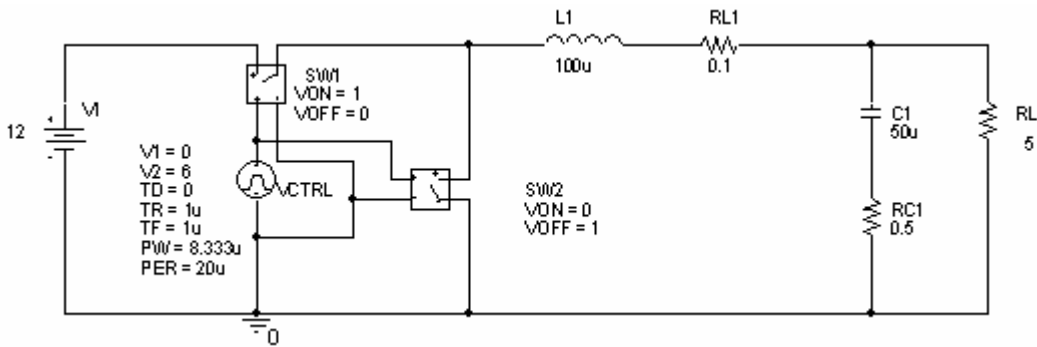
SW1 Off konumundayken yani VCTRL kaynağının V2 değeri "0" iken çıkıştaki gerilim değeri 0' a yakın bir değerdir ($60\mu\text{V}$).

Bu anda, D1 diyodu üzerinden L1 den gelen ters bir akım akar, bu akımın seviyesi de yaklaşık $0.2\mu\text{A}$ ' dir.

D1 diyodu yerine bu ters akımın da akmasını dolayısıyla güç harcanmasını engelliycek SW2 anahtarını şekil 6.2.6'daki gibi D1 diyodunun yerine bağlarsak aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi güç kaybında önemli bir azalma sağlanır.

Tablo 6.2.1. D1 ve SW2 üzerinde harcanan güç değerleri

Eleman	Harcanan Güç
D1	350 mW
SW2	80 mW



Şekil 6.2.6. Devrede D1 diyodu yerine SW2 anahtarı bağlanması

6.2.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler

Devre buck konvertör olarak kullanımından yola çıkılarak, elemanlar üzerindeki güç harcaması ve farklı eleman değerlerine karşılık güç harcamalarındaki değişiklikler incelenmiş, güç kayıplarına karşılık çeşitli çözüm yolları aranmış ve uygulanmıştır. Bu yollardan biri de SW2 anahtarının D1 den daha az güç harcadığının bulunması ve devreye D1' in yerine monte edilmesi olmuştur.

6.3. Buck Konvertörde Değişken Yük Durumlarına Karşı Sabit Çıkış Elde Edilmesi (Voltage Mode Control)

6.3.1. Deneyin amacı

Temel Buck Konvertör devresinde görülen farklı yük değerlerinde çıkışın kararsız hale gelmesini engellemek ve çıkış genliğini farklı yük değerlerinde gözlemleme

6.3.2. Deneyle ilgili teorik bilgi

Bu devre, Buck Konvertörde farklı giriş voltajı ve yük değerlerinin sebep olduğu çıkıştaki voltajı düzenlemek ve sabitlemek için kullanılmıştır. Devrede kapalı döngü bir kontrol sistemi oluşturularak buck konvertör çıkışındaki değer EVREF kaynağına uygulanan bir sinyal ile karşılaştırılmış ve çıkışın yaklaşık 5V civarında sabit kalması sağlanmıştır. Devre buck konvertör, hata amplifikatörü, Gerror ve PWM üreteçlerinden oluşmuştur.

Devrede hata amplifikatörünün kullandığı hata değeri basitçe aşağıdaki gibi hesaplanır [6] .

$$V_{error} = V_{ref} - V_o$$

- Eğer
- a) $V_o < V_{ref}$ olursa V_{error} pozitif (+),
 - b) $V_o > V_{ref}$ olursa V_{error} negatif (-)
 - c) $V_o = V_{ref}$ olursa V_{error} ' 0 ' olur.

Devrede Ierror aşağıdaki gibi hesaplanır [6] .

$$I_{error} = (V_{ref} - V_o) * 0.002$$

Formuldeki 0.002 katsayısı geçiş iletkenliği katsayısıdır, g_m olarak gösterilir ve aşağıdaki gibi hesaplanır [6] .

$$g_m = I_{out} / V_{in}$$

Oluşan bu hata akımını gerilime çevirmek için R_{GAIN} direnci Gerror' a paralel olarak bağlandığında elde edilen Verror değeri aşağıdaki gibi hesaplanır [6] .

$$\begin{aligned} V_{error} &= (V_{ref} - V_o) * 0.002 * 500k \\ &= (V_{ref} - V_o) * 1000 \end{aligned}$$

Formülden de görüldüğü gibi hata oranına uygulanan kazanç değeri 1000 olur (1000V/V). Devredeki C_{GAIN} kondansatörü hata amplifikatörünün band genişliğini belirler. Rc ve Cc elemanları ise yüksek frekanslarda kazancı azaltır, D_2 zener diyodu ise Verror değerini 5.1V' da sabit tutar [6]

Devredeki VTR1 (PWM üretici) kaynağı, Spice' in kendi kütüphanesinde üçgen dalga üretici olmadığı için, aşağıdaki değerler verilerek üçgen dalga elde etmek için kullanılmıştır :

Tablo 6.3.1. VTR1'e ait değerler

VTR1	Vx	0	v1	v2	tdelay	trise	tfall	width	period
			0V	5V	0u	4.9u	4.9u	0.1u	10u

Devredeki ETABLE karşılaştırıcısını elde etmek için TABLE' in fonksiyon değerleri aşağıdaki alınmıştır :

Tablo 6.3.2. ETABLE' a ait değerler

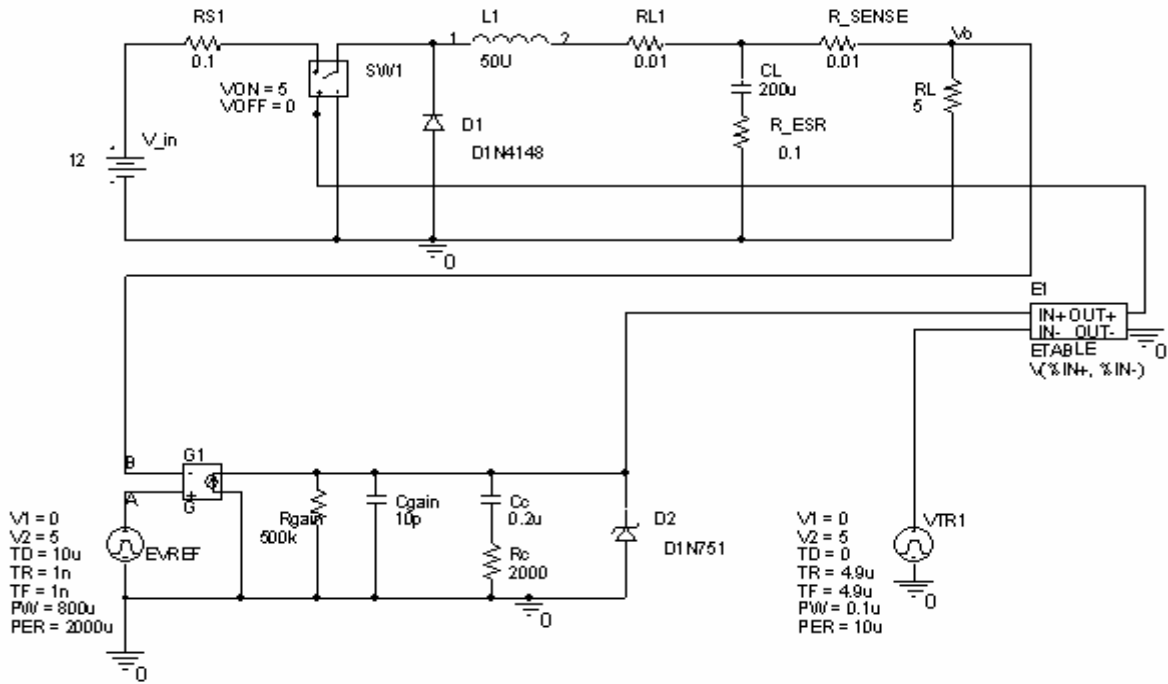
E1	Vback	0	TABLE	{ V (Vy, Vx) } = { (-5mV, 0V) (5mV, 5V) }
----	-------	---	-------	--

Devre Orcad-Pspice programının capture uygulamasından faydalanılarak kurulur ve giriş-çıkış sinyalleri gözlenir. Devrede bulunan Vin DC kaynağı, VTRI ve EVREF kaynakları ve 0 (toprak) bağlantısı Pspice kütüphanesinin source.lib dosyasından, 1N 4148 diyodu ve 1N 751 ($V_z = 5.1V$) zener diyodu diode.lib dosyasından, R, L ve C elemanları analog.lib dosyasından, G_1 gerilim kontrollü akım kaynağı analog.lib ve ETABLE karşılaştırıcı elemanı da ABM.lib dosyasından alınarak devre şekil 6.3.1' deki gibi kurulmuştur.

6.3.3. Deneyde kullanılan malzemeler

- Enerji kaynakları ($V_{in} = 12Vdc$),
- Diyotlar ($D_1 = 1N 4148, D_2 = 1N751$ (zener diyot))
- Direnç ($R_{S1} = 0.1 \Omega, R_{L1} = 0.01 \Omega, R_{ESR} = 0.1 \Omega, R_{SENSE} = 0.01 \Omega, R_L = 5 \Omega, R_{GAIN} = 500k, R_c = 2000 \Omega$)
- Bobin ($L_1 = 50uH$)
- Kondansatörler ($C_{gain} = 10pf, C_c = 0.2uf, C_L = 200uf$)
- G_1 (gerilim kontrollü akım kaynağı) GAIN = 0.002
- ETABLE = burada V (10, 9)değerlerini x-ekseni olarak V (11,0) değerlerini y-ekseni olarak alınmıştır
- Ground (0 olarak isimlendirilmiş toprak bağlantısı)

6.3.4. Deneyde bağlantı şeması





Şekil 6.3.1. SMPS voltaj mode kontrol devresi

6.3.5. Deneyin işlem basamakları

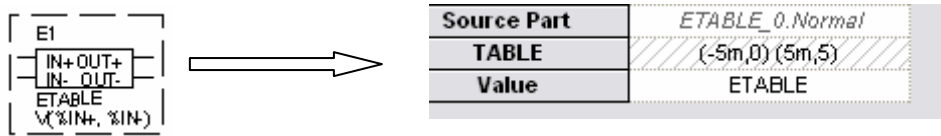
- Şekil 6.3.1' deki devre kurulmuş,
- V_{in} kaynak değeri 12Vdc olarak ayarlanmış,
- D_1 diyodu 1N 4148 olarak ve D_2 de zener diyot olan 1N 751 olarak seçilir,
- Devredeki dirençler analog.lib dosyasından 'R' koduyla aranır ve gerekli direnç değerleri devreye uygun olarak çalışma ortamında kullanılmış,
- L_1 bobini de analog.lib dosyasından 'L' koduyla aranır ve gerekli endüktans değeri devreye uygun olarak çalışma ortamında kullanılmış,
- SW1 gerilim kontrollü anahtarı analog.lib dosyasından alınır ve değerleri $V_{ON} = 5V$, $V_{OFF} = 0V$ olarak ayarlanmış,
- EVREF kaynağında, $V_1 = 0V$, $V_2 = 5V$, $T_D = 10u$, $T_R = 1n$, $T_F = 1n$, $P_w = 800u$, $PER = 2000u$ olarak, VTR1 = $V_1 = 0V$, $V_2 = 5V$, $T_D = 0$, $T_R = 4,9u$, $T_F = 4,9u$, $P_w = 0.1u$, $PER = 10u$ olarak ayarlanmış,

h) ETABLE, ABM.lib dosyasından alınarak, üzerine mouse' un sol tuşuyla iki kez tıklanıp sınırları ((5m, 0) (5m,5)) olarak ayarlanmış,

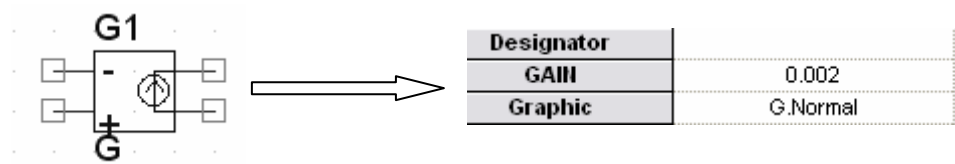
i) Edit simülasyon settings araç kutusundan Run to Time değeri 30msn olarak alınır ve devre çalıştırılmış ( RUN) ,

i) Devre çıkışında' nin üst ucuna V probe' u () bağlayarak çıkış (Vo) gözlenmiş,

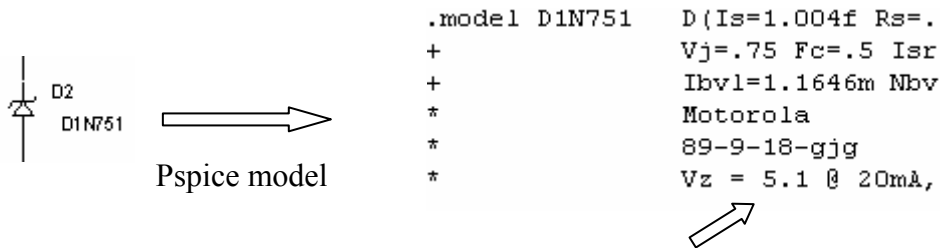
j) R_L yük direncinin değeri değiştirilerek çıkış gerilimine etkisi gözlenmiştir.



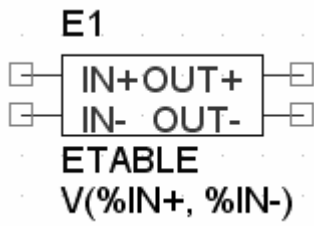
Şekil 6.3.2. ETABLE da sınır değerlerinin ayarlanması



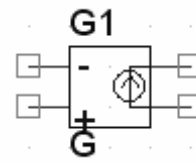
Şekil 6.3.3. Gerilim kontrollü akım kaynağında kazanç değerinin ayarlanması



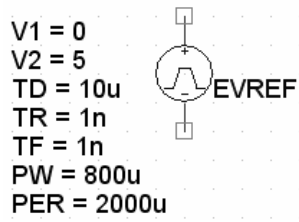
Şekil 6.3.4. 1N 751 ($V_z = 5.1V$)



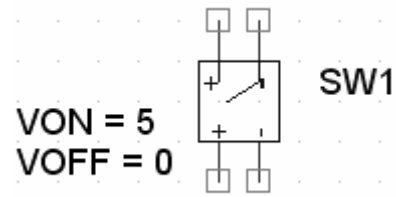
(a)



(b)



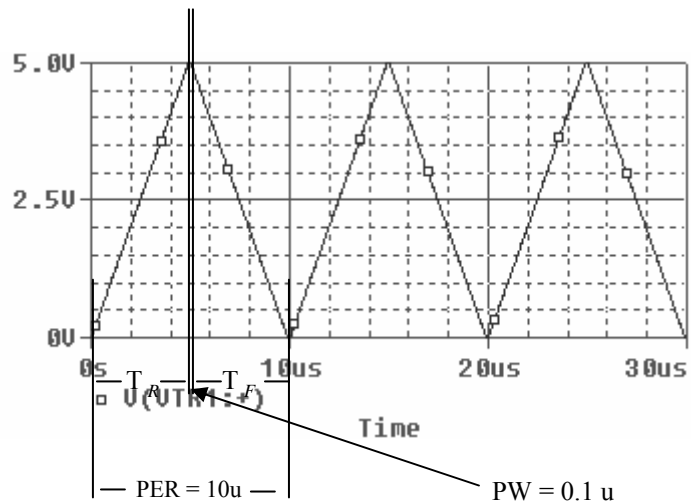
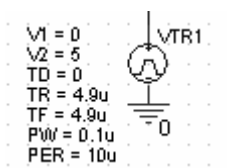
(c)



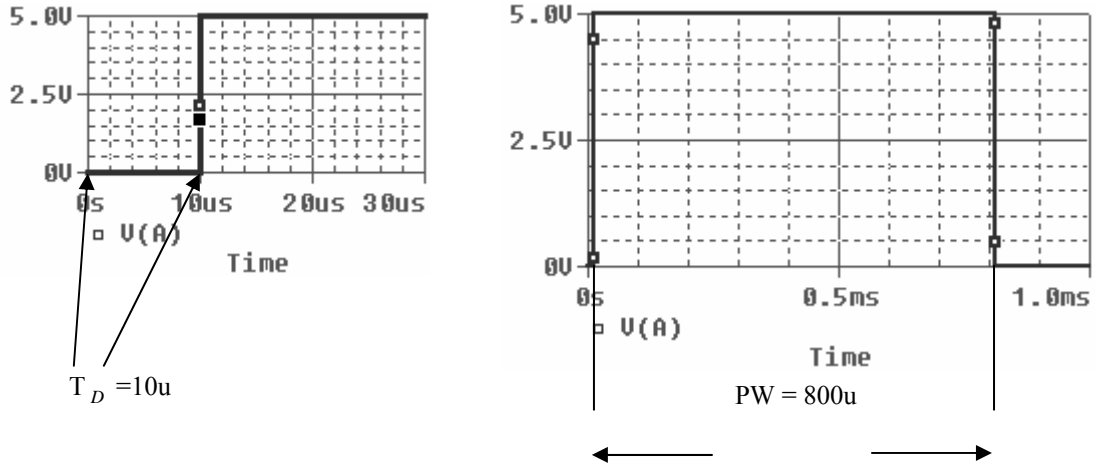
(d)

Şekil 6.3.5. a) Karşılaştırıcı, b) Gerilim kontrollü akım kaynağı,
c) Vpulse kaynağı d) Gerilim kontrollü anahtar

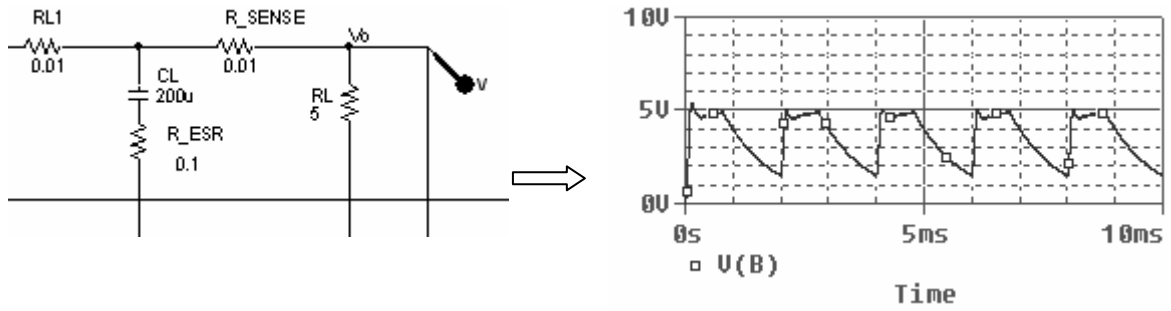
6.3.6. Deneye ait grafikler



Şekil 6.3.6. VTR1 kaynağı tarafından ETABLE' a uygulanan, genliği 5V olan üçgen dalga sinyali

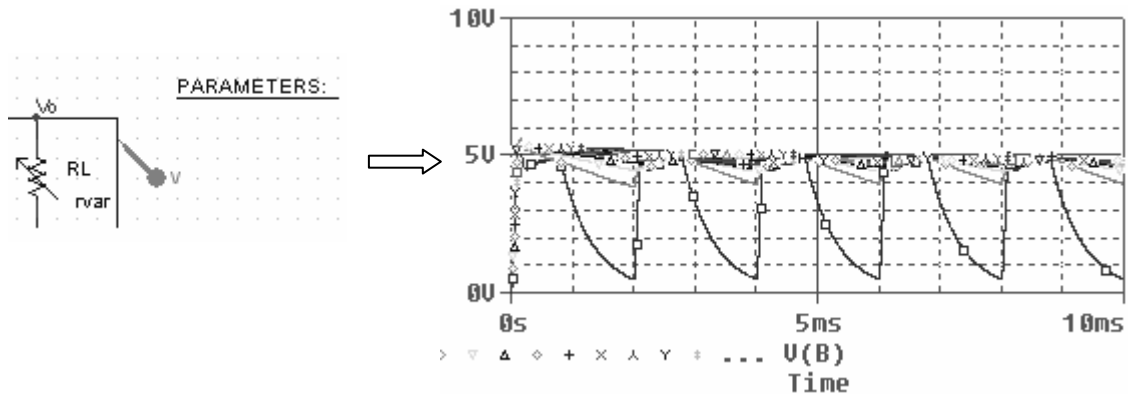


Şekil 6.3.7. EVREF kaynağı tarafından G1' e uygulanan, genliği 5V olan kare dalga sinyali

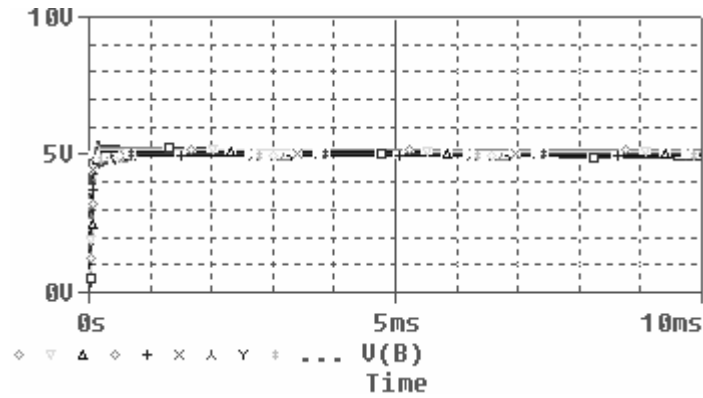


Şekil 6.3.8. $R_L = 5 \Omega$ iken görülen çıkış gerilim eğrisi

R_L yük direncinin 5Ω gibi küçük bir değer olması pratikte istenmeyen bir durumdur. Çünkü bu değer yaklaşık olarak kısa devre anlamına gelir ki bu da devreden akım çeken yükün kısa devre olması anlamına geldiği düşünülmüştür. Bu değerde bile görülüyor ki devre çıkışı yükün kısa devre olmasına rağmen kendini yaklaşık olarak koruyacak ve bu devrenin alıcı tarafından zarar görmesini engelleyecektir.



Şekil 6.3.9. R_L değerlerinin 5Ω ile $1k\Omega$ arasında ve 50Ω ' luk adımlar sonucu oluşan çıkış gerilim eğrisidir ki görülüyor ki R_L yük direnci pratik değerlere ulaştığında çıkış gerilimi daha kararlı ve sabit 5V civarında bir değere ulaşmıştır.



Şekil 6.3.10. R_L değerlerinin $1k\Omega$ ile $100k\Omega$ arasında ve $5k\Omega$ ' luk adımlar sonucu oluşan çıkış gerilim eğrisi

6.3.7. Deney sonucu, problemler ve öneriler

Deney buck konvertör gibi DC-DC konvertör olarak kullanılan bir devredir. Buck konvertörden farkı, çıkış gerilim seviyesinin değişen yük değerlerine karşı sabit kalması, değişmemesidir. İşlem basamaklarındaki uygulamalardan da görüleceği gibi farklı yük değerlerini parametrik olarak uyguladığımızda, çıkış gerilim seviyesinde herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Bu da devrenin güvenilirliğini ve uygulanabilirliğini ortaya koymuştur.

BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada pspice' tan yola çıkılarak devre modellemeleriyle analiz yoluna gidilmiştir. Çalışmanın sonucunda pspice eleman kütüphanelerini kullanılması ve şematik olarak devre kurulması, son olarak da analizini yapılması işlemleri sırayla tamamlanmıştır.

Görülen şu ki Orcad Capture simülatörü pspice programının daha önceki versiyonlarına nazaran kullanımı daha kolay ve kullanışlıdır.Şematik olmasının yanında pspice eleman modelleme mantığının bilinmesiyle birlikte herhangi bir elemanın modelinin parametrelerini değiştirerek ilgili elemanın farklı karakteristikleri de gözlemlenmiştir.

Çalışma içerisinde doğrultma, regüle ve gerilim kontrollü anahtar kullanılarak yapılan devreler, devre analizi laboratuvar çalışmalarına katkıda bulunmuştur.

Özellikle gerilim kontrollü anahtar kullanılan devreler devre analizi laboratuvarında regülasyon devreleri konusunda yenilik getirmiştir.

Çalışma sonucunda öneri olarak şunlar söylenebilir :

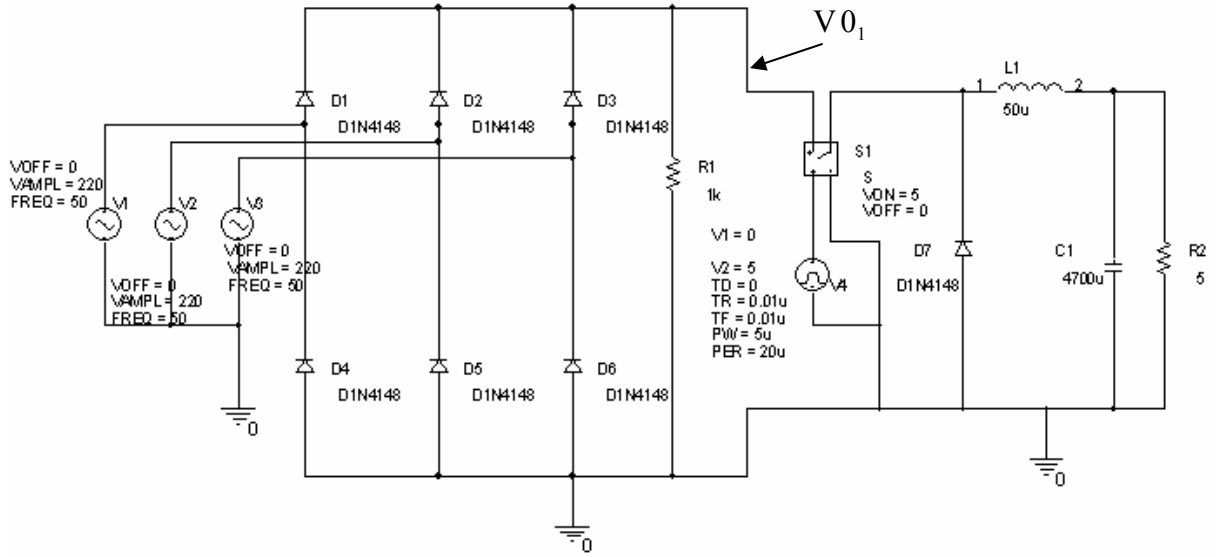
- ORCAD CAPTURE da çalışırken eleman kütüphanesi yeterli gelmediği takdirde , www.cadence.com/products/si_pk_bd/downloads/pspice_models/index.aspx adresinden daha fazla modele ulaşılabilir ve farklı devrelerin analizi yapılabilir
- ORCAD CAPTURE simülatörünün 15.7 versiyonu incelenebilir ve geliştirilmiş özelliklerinden faydalanılabilir.
- Yapılan devreler geliştirilebilir ve ek devrelerle farklı amaçlar için kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] www.cadence.com/orcad
- [2] www.dreamweaver-templates.org
- [3] www.iet.auc.dk/rupor/teaching/power/power.html
- [4] FERİKOĞLU, A., Deneyleleriyle ve Spice Simülasyonlarıyla Elektronik Devreler-1.baskı, Değişim yayınları, Sakarya-nisan 2004
- [5] YARCI, K., Temel Elektronik, Yüce Yayınları
- [6] http://www.ecircuitcenter.com/Circuits/smpps_buck/smpps_buck.htm
- [7] YÜCEÖZSOY, M., Aselsan, Özel Yarı iletken prensipleri
- [8] www.a-ztech.com.tr/capture.html
- [9] www.ema-eda.com/products/orcad/tech.orcadcapturecicisoption.aspx
- [10] http://egitek.meb.gov.tr/dersdesmer/DersDestek/dersdestekmerkezi/BilgKitap/pdf/BOLUM9_webtasarim.pdf

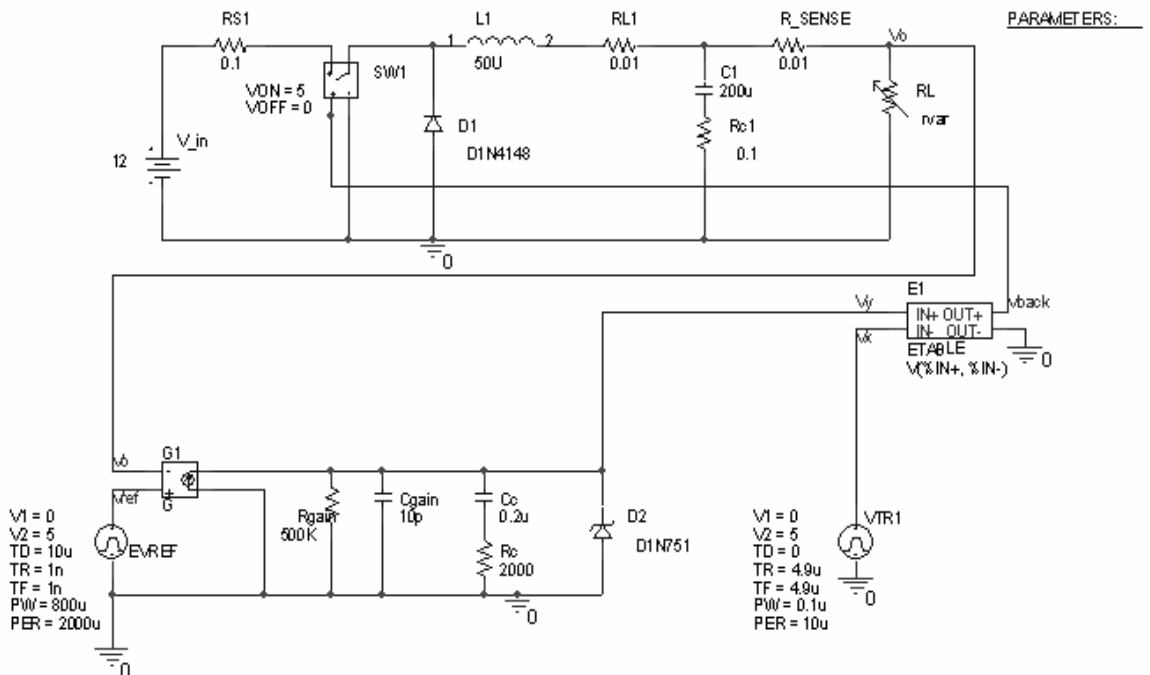
EKLER

1) Üç Fazlı Kaynak ile Buck Konvertör Devresi



2) Üç Fazlı Kaynak ile Voltage-Mode-Kontrol Devresi

Üstteki devrenin V_{O1} çıkışını bu devrenin V_{in} girişi yapılarak kullanılır.



ÖZGEÇMİŞ

Hasan Biberoglu, 25.03.1980' de Adapazarı' nda doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Adapazarı merkezde tamamladı. 1999 yılında Fatih Anadolu Teknik Lisesi, Elektronik Bölümünden mezun oldu. 2000 yılında başladığı SAÜ Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi bölümü Elektronik Öğretmenliği programını 2004 yılında bitirdi. 2005 şubat ayında Milli Eğitim Bakanlığına bağlı Akyazı Endüstri Meslek Lisesi' nde bilgisayar öğretmeni olarak göreve başladı, halen aynı kurumda görevine devam etmektedir.