

UJT KARAKTERİSTİKLERİ

KONU:

UJT'lerin (Unijunction Transistor: Tek Bileşimli Transistör) çeşitli özellikleri ve karakteristikleri incelenecektir.

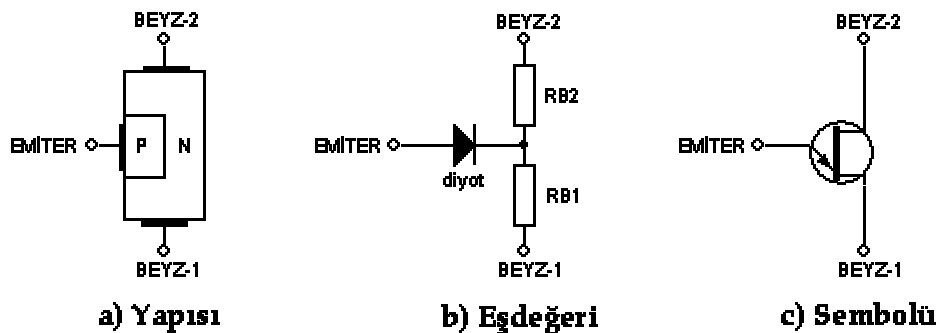
GEREKLİ DONANIM:

Multimetre (Sayısal veya Analog)
Güç Kaynağı: $\pm 12V$ DC
UJT: 2N2646 veya Muadili
Direnç: $2 \times 100\Omega$, 220Ω , $1K\Omega$,
Potansiyometre: $10K\Omega$
Kondansatör: $22nF$, $47nF$, $100nF$

ÖN BİLGİ:

UJT, N tipi bir yarı iletken gövdenin ortasına bir PN eklemi eklenmesi ile oluşturulmuş aktif bir devre elemanıdır. Emiter, beyz1 ve beyz2 olarak adlandırılan üç adet terminali vardır.

Şekil-17.1'de UJT'nin yapısı, eşdeğer devresi ve sembolü görülmektedir. Eşdeğer devrede görüldüğü gibi UJT'nin Emiter terminali bir diyot olarak düşünülebilir.



Şekil-17.1 UJT'nin Yapısı, Eşdeğeri ve Sembolü

UJT'nin emiter ucu açık bırakılıp, beyzler arasından ölçülen direnç değerine beyzler arası direnç denir ve RBB ile gösterilir.



Bu elemanın en önemli özelliği negatif direnç karakteristiğidir. Bu özellik UJT iletme geçtiği anda ortaya çıkar. UJT'nin emiter gerilimi belli bir değeri (V_p :tepe değer) aştığında iletme geçer. Bu anda emiter gerilimi minimuma inmeye başlar fakat emiter akımı (I_p) maksimum olur.

DENEY: 1

OHMMETRE İLE TEST

UJT'nin jonksiyon uçlarını bulmak ve sağlamlık testi için pratik bir metot ohmmetre ile yapılan ölçümdür.

ÖN BİLGİ:

UJT'nin jonksiyon uçlarını tespit etmek ve sağlamlık testi yapmak için pratik bir yöntem ohmmetre ile yapılan testtir. Bu deneyde UJT'nin ohmmetre ile test edilmesini öğreneceğiz.

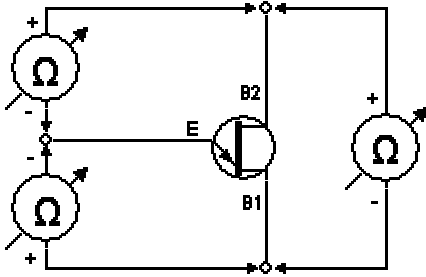
UJT'nin PN eklemi diyot ve bipolar transistörlerdeki gibi test edilebilir. Ohmmetrenin negatif ucu UJT'nin emiter, pozitif ucu ise beyz terminaline bağlanırsa ters polarma yapılmış olur ve çok yüksek bir direnç değeri okunur. Bu durum tersine çevrildiğinde; yani emitere terminaline pozitif, beyz terminaline negatif bir polarma uygulandığında UJT'nin beyz-emiter eklemi doğru polarma olur ve küçük bir direnç değeri görülür.

UJT'nin beyzler arası direnci ise her iki yönde de birkaç bin ohm civarındadır. UJT'nin bu özellikleri analog bir ohmmetre yardımı ile test edilebilir.

DENEYİN YAPILIŞI:

Ölçmeleri, ölçü skalasının orta konumunda yapacak şekilde ohmmetreyi kalibre ediniz. Her ölçme için ohmmetrenin sıfır ayarını yapınız.

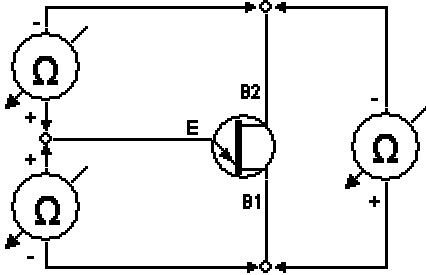
Şekil-17.2'deki bağlantıları sıra ile yaparak her bağlantı için UJT'nin ters polarmada terminaller arası direnç değerlerini ölçerek ilgili yerlere kaydediniz.



Ölçülen Uçlar	Okunan Değer (Ω)
Emiter-Beyz1	
Emiter-Beyz2	
Beyz2-beyz1	

Şekil-17.2 UJT'nin Test Edilmesi

Aynı ölçmeleri Şekil-17.3'deki bağlantılar içinde sıra ile yapınız ve sonuçları kaydediniz.



Ölçülen Uçlar	Okunan Değer (Ω)
Emiter-Beyz1	
Emiter-Beyz2	
Beyz2-beyz1	

Şekil-17.3 UJT'nin Test Edilmesi

SORULAR:

İleri yönde polarlamlandırılmış PN eklemi _____ direnç değerine sahiptir.

Ters yönde polarlamlandırılmış PN eklemi _____ direnç değerine sahiptir.

İleri yönde polarlamlandırılmış bir PN eklemde yüksek direnç değeri okunmuyorsa UJT _____ dir.

Beyzler arası direnç ölçüldüğünde ohmmetrenin uçları dikkate alınmaksızın her iki yönde de _____ direnç gösterir.

DENEY:2**UJT KAREKTERİSTİKLERİ**

Bu deneyde UJT'nin; V_p , V_v ve η olarak adlandırılan temel karakteristikleri ölçülecek ve temel işlevleri öğrenilecektir.

ÖN BİLGİ:

UJT'nin üç önemli karakteristiği vardır. Bunlar; η , V_p ve V_v değerleridir. η ; gerçek ilgisizlik oranı olarak bilinir. Bu değer UJT'nin beyzler arası direnç değişmelerinden ve sıcaklıktan etkilenmez. Yaklaşık olarak 0.47 ile 0.75 arasında bir değere sahiptir. Bu oran aşağıdaki eşitlikten bulunabilir.

$$\eta = \frac{V_P - V_D}{V_{BB}}$$

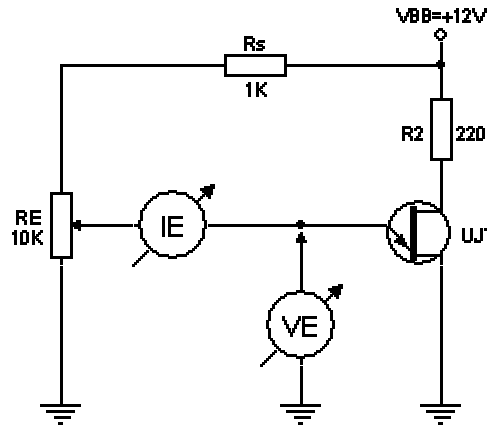
V_p ; UJT'nin iletme başlama anındaki emiter geriliminin tepe değeridir. Değeri yaklaşık olarak;

$$V_P = V_E = (\eta V_{BB}) + V_D$$

formülünden bulunur.

Formülde; V_D = diyot ön gerilimidir. Değeri yaklaşık 0.7 volt'dur. V_v ; Bu değer vadi gerilimi olarak bilinir ve UJT iletme geçtikten sonra tepe gerilimi V_p 'nin aldığı minimum değerdir.

UJT'nin yukarıda belirtilen temel parametrelerini ölçmek ve çalışmasını anlamak amacıyla şekil-17.4'deki devre tasarlanmıştır.



Şekil-17.4 UJT'nin temel Parametrelerinin Ölçülmesi



UJT'nin tetikleme gerilimi veya V_p değerini bulmak amacıyla UJT'nin emiter bacağına bir voltmetre bağlanmıştır. Emiter gerilimi RE potansiyometresi yardımıyla yavaşça artırılır ve artış voltmetrede gözlenir. Artırılan VE gerilimi UJT'nin tetikleme gerilimi değerine ulaştığında bu gerilim değerinin aniden düştüğü gözlemlenir. Düşme öncesinde emiter geriliminin aldığı maksimum değer V_p olarak tanımlanır ve bu değer UJT'nin tetikleme (ateşleme) gerilimidir.

UJT tetiklendikten sonra emiter gerilimi azalır. Azalan bu değer ise UJT'nin vadi gerilimi olarak tanımlanan V_v değeridir.

UJT tetiklenmeden önce emiter gerilimi $I_E=0$ olmalıdır. Tetiklendikten sonra ise bir miktar I_E akımı akacağı açıktır.

Deney devresindeki R_s direnci I_E akımını sınırlamak amacıyla konulmuştur. R_2 direnci ise gerilim bölücüdür ve UJT tetiklenince beyzler arası akımı sınırlar ve üzerine bir miktar gerilim düşümüne neden olur.

DENEYİN YAPILIŞI:

UJT'nin parametrelerini incelemek için şekil-17.4'deki deney devresini deney seti üzerine kurunuz. Ampermetre olarak analog ölçü aleti kullanınız ve ölçme kademesini yaklaşık 10mA değerine ayarlayınız.

Devredeki RE potansiyometresini kullanarak VE gerilimini 0V'a ayarlayınız. Bu anda UJT kesimdedir ve tetiklenmemiştir.

RE potansiyometresi yardımıyla UJT'nin emiter gerilimini yavaş yavaş artırınız. UJT'nin tetiklendiği an VE gerilimi aniden azalacak ve I_E akımı artacaktır. Emiter geriliminin aniden düşmeden önceki emiter geriliminin aldığı değeri tetikleme gerilimi olarak (V_p) adlandırılır. Bu gerilimi gerekirse deneyi birkaç kez tekrarlayarak ölçerek bulunuz ve elde ettiğiniz değeri tablo-17.1'deki ilgili yere yazınız. UJT'nin tetiklenmeden hemen önceki durumda; V_{B2} ve I_E değerlerini de ölçerek sonuçları tablo-17.1'deki ilgili yerlere yazınız.

UJT PARAMETRELERİ		$V_{BB}=12V$	
UJT'nin DURUMU	VE (v)	V_{B2} (v)	I_E (mA)
Tetiklenmeden Önce	$V_p=$		
Tetiklendikten Sonra	$V_v=$		

Tablo-17.1 UJT'nin Temel Parametreleri ve Değerleri

UJT tetiklendikten sonra VE geriliminin aldığı değer, vadi gerilimi (V_v) olarak tanımlanır. Bu değeri ölçüp tablodaki ilgili yere kaydediniz.



UJT tetiklendikten hemen sonra; VB2 gerilimi ve IE akımı değerlerindeki ölçerek sonuçları tablo-17.1'deki ilgili yerlere yazınız.

UJT'nin tetikleme gerilimi; bir miktar besleme gerilimi VBB değerine bağlıdır. Bu bağıntıyı tespit etmek amacı ile Şekil-17.4'deki deney devresinde VBB gerilimini tablo-17.2'de belirtildiği gibi 10V yapınız.

VBB (volt)	Vp (ölçülen)	η (hesaplanan)
12		
10		
8		
6		

Tablo-17.2 UJT'nin Temel Parametreleri ve Değerleri

Deneyi tablo-17.2'de belirtilen VBB besleme gerilimi değerleri içinde tekrarlayınız. Her VBB değeri için UJT tetikleme gerilimi değerini (Vp) ölçerek sonucu tablo-17.2'deki ilgili yere yazınız.

Elde ettiğiniz değerleri ve aşağıdaki formülü kullanarak UJT'nin gerçek ilgisizlik oranlarını hesaplayınız ve tablodaki ilgili yerlere kaydediniz.

$$\eta = \frac{V_P - V_D}{V_{BB}} \quad V_D = 0.7V$$

SORULAR:

UJT tetiklenmeden önce emiter geriliminin aldığı değer _____ gerilimi olarak adlandırılır.

UJT tetiklendikten sonra emiter geriliminin aldığı değer _____ gerilimi olarak adlandırılır.

UJT'nin _____ değeri; bir miktar besleme gerilimi ve tetikleme gerilimi değerlerine bağlıdır.

DENEY:3**UJT AKIM-GERİLİM KAREKTERİSTİĞİ**

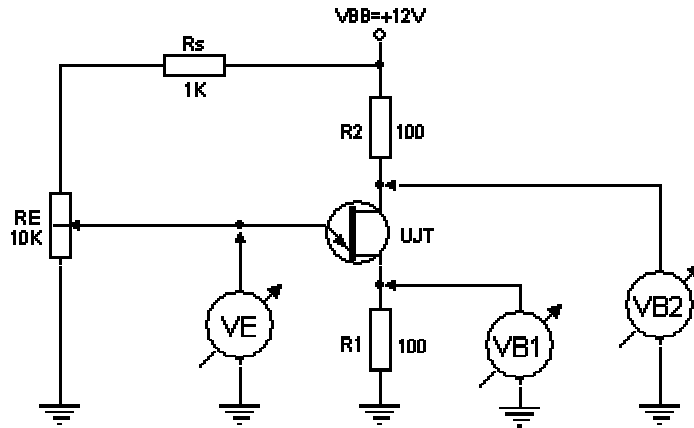
Bu deneyde, UJT iletme geçtiğinde akım ve gerilim tepkilerinin gösterilmesi gerilim-direnç değerlerinin kullanılarak çeşitli akımların hesaplanması incelenecektir.

ÖN BİLGİ:

UJT'nin iletme geçme şartları, iletim anında ve iletimden önceki akım ve gerilim değerleri ölçülüp hesap edilmelidir. Bu durum UJT ile devre tasarlamada oldukça önemlidir.

Bu bölümde; UJT'nin iletim ve kesim anındaki davranışlarını inceleyeceğiz. Bu inceleme sonucunda UJT uçlarında oluşan akım ve gerilimler arasındaki ilişkileri irdelleyeceğiz.

UJT'nin Akım-Gerilim karakteristiklerini incelemek amacıyla gerekli devre düzeneği şekil-17.5'de verilmiştir.



Şekil-17.5 UJT Akım-Gerilim Karakteristiklerinin Ölçülmesi

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-17.5'deki devreyi deney seti üzerine kurunuz. PE potansiyometresi ile VE gerilimini 0V'a ayarlayınız.

Bu durumda UJT iletme geçmemiştir ve kesimdedir. UJT'nin iletimden önceki VB1 ve VB2 gerilimlerini ölçerek sonuçları tablo-17.3'e kaydediniz.



UJT'nin IB1, IB2 ve IE akımlarını ölçme sonucu elde ettiğiniz değerlerden yararlanarak hesaplayınız. Sonuçları tablo-17.3'deki ilgili yerlere kaydediniz.

RE potansiyometresi ile VE emiter gerilimini UJT'yi iletme geçirene kadar artırınız. UJT'nin iletme geçtiğinden emin olunuz. UJT'nin iletme geçtiği andaki VE değerini (Vv) ölçerek sonucu tablo-17.3'e kaydediniz.

UJT'nin iletme geçtikten sonraki VB1 ve VB2 değerlerini ölçerek tablo-17.3'deki ilgili yere kaydediniz. Vv gerilimini de ölçerek kaydediniz.

UJT'nin IB1, IB2 ve IE değerlerini her durum için tablodaki değerlerden yararlanarak hesaplayınız ve ilgili yerlere kaydediniz.

UJT'nin IB1, IB2 ve IE değerleri aşağıdaki eşitliklerden hesaplanır.

$$I_{B1} = \frac{V_{B1}}{R_1}$$

$$I_{B2} = \frac{+V_{BB} - V_{B2}}{R_2}$$

$$I_E = I_{B1} - I_{B2}$$

DURUM	VE	VB1 (v)	VB2 (v)	IB1 (mA)	IB2 (mA)	IE (mA)
Tetiklemeden Önce	< Vp					
Tetiklemeden Sonra	Vv=					

Tablo-17.3 UJT'nin Akım-Gerilim Karakteristik Verileri

SORULAR:

UJT'nin iletme geçtiği andaki VE ve IE değerlerini yazınız. Bu değerlere ne ad verilir belirtiniz?

UJT'nin iletme geçtikten sonraki VE ve IE değerlerini yazınız. Bu değerlere ne ad verilir belirtiniz?



UJT'nin akım-gerilim karakteristiğini çiziniz?

Deneylerde kullandığınız 2N2646 tipi UJT'nin karakteristiklerini üretici kataloglarından yararlanarak belirtiniz?

UJT'nin ölçtüğünüz değerleri ile katalog değerlerini karşılaştırınız?

UJT UYGULAMALARI

KONU:

UJT uygulaması olarak Relaksasyon (Relaxation Oscillator) ve Astable Multivibratör devrelerinin çalışması ve özellikleri incelenecektir.

GEREKLİ DONANIM:

Güç Kaynağı: 0-12V DC
Multimetre (Sayısal ve Analog)
Osilaskop (çift kanallı)
UJT: 2N2646 veya muadili
Direnç: 2x100W, 4K7W, 10KW, 22KW,
Kondansatör: 47nF, 100nF, 220nF

DENEY: 1

RELAKSASYON OSİLATÖR:

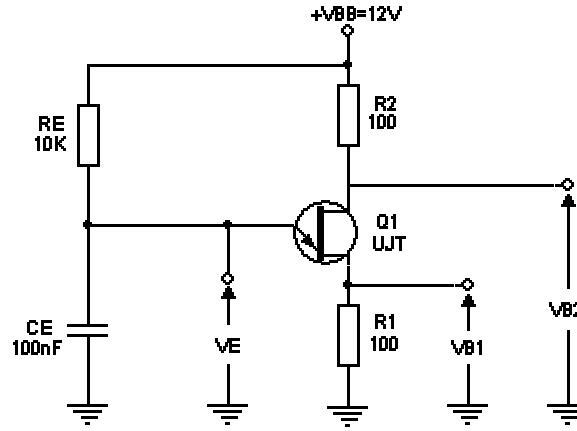
Bu bölümde UJT ile gerçekleştirilen ve oldukça sık kullanılan Relaksasyon (gevşemeli) osilatör devresinin çalışmasını ve özelliklerini inceleyeceğiz.

ÖN BİLGİ:

UJT ile gerçekleştirilen osilatör devreleri, frekans kararlılığının yüksek olması ve basit yapıları nedeni ile oldukça sık kullanılırlar.

UJT ile gerçekleştirilen relaksasyon osilatör (gevşemeli osilatör) devresi şekil-18.1'de görülmektedir. Bu devre genellikle güç elektroniğinde tetikleme osilatörü olarak kullanılır.

Devrenin çalışmasını kısaca özetleyelim. Başlangıçta UJT yalıtımda olsun. Bu durumda; VB2 gerilimi Besleme gerilimine (VBB) eşittir. VB1 gerilimi ise 0V civarındadır.



Şekil-18.1 UJT ile Gerçekleştirilen Gevşemeli Osilatör Devresi

CE kondansatörü RE üzerinden VBB gerilimine şarj olmaya başlar. Kondansatör gerilimi VC, UJT ateşleme gerilimi Vp değerine ulaşınca UJT iletime geçer. Kondansatör, emiter ve R1 direnci üzerinden deşarj olur. Deşarj gerilimi UJT'nin vadi gerilimi Vv değerine düştüğün de UJT kesime gider.

Bunun sonucunda UJT'nin; VB1 ve VB2 çıkışlarından darbeli bir işaret alınır. Bu işaretin frekansı RE ve CE elemanlarına bağlıdır. Devrenin frekansında belirleyici faktör CE kondansatörünün şarj süresidir.

Kondansatörün deşarj süresi (Yada UJT'nin iletim süresi) kontrol edilemez. Kondansatörün şarj süresi Toff olarak tanımlanır. Değeri ise yaklaşık olarak;

$$T_{OFF} = R_E C_E \ln \frac{1}{1-\eta}$$

1

formülünden bulunur. Burada h değerini 0.7 olarak kabul edersek;
 $T_{OFF} = 1.2 (R_E C_E)$

olarak bulunur. Buradan relaksasyon osilatör devresinin yaklaşık olarak frekansı;

$$F = \frac{1}{T_{OFF}} = \frac{1}{1.2(R_E C_E)}$$



$$F \cong \frac{1}{(R_F \cdot C_F)}$$

2

bulunur.

Şekil-18.1'deki relaksasyon osilatör devresin de RE ve R2 dirençleri için bazı sınır değerler vardır. Bunlar aşağıda kısaca belirtilmiştir.

R2 direnci, 100W ile 500W arasında bir değerde seçilmelidir. RE direncinin ise geniş bir sınır değeri vardır. Bu değer 2KW ile 2MW arasında seçilmelidir ve uygulamalarda bu koşullara dikkat edilmelidir.

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-18.1'deki Gevşemeli Relaksasyon osilatör devresini deney seti üzerine kurunuz. Devredeki VE, VB1 ve VB2 DC polarma gerilimlerini bir DC voltmetre ile ölçerek sonuçları tablo-18.1'deki ilgili yerlere kaydediniz.

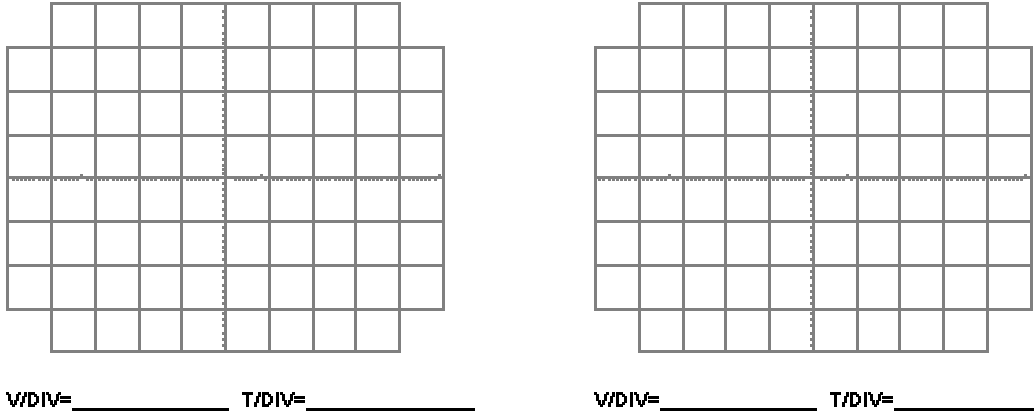
VE	VB1	VB2

Tablo-18.1 Relaksasyon Osilatör Devresinin DC Polarma Gerilimleri

Relaksasyon osilatör devresinde B1, B2 ve E uçlarındaki gerilimlerin dalga biçimlerini osilaskop ile gözleyiniz. Osilaskopta elde ettiğiniz dalga biçimlerini şekil-18.2'deki diyagrama orantılı olarak çiziniz.

Relaksasyon devresinin osilasyon frekansını ölçerek elde ettiğiniz sonucu tablo-18.2'deki ilgili yere kaydediniz.

Şekil-18.1'deki relaksasyon osilatör devresinde RE ve CE elemanlarını tablo-18.2'de verilen değerlerle göre sıra ile değiştiriniz. Değiştirdiğiniz her RE ve CE değeri için gerekli ölçme ve hesaplamaları yaparak tablo-18.2'yi tamamlayınız.

**Şekil-18.2 Relaksasyon Osilatörün Dalga Şekilleri**

RE (KW)	CE (nF)	F \approx 1/(RECE)	
		Hesaplanan	Ölçülen
10	100		
22	100		
4K7	100		
10	220		
10	47		

Tablo-18.2 Relaksasyon Osilatörün Bilgi Tablosu**ÖZET:**

Relaksasyon (gevşemeli) osilatör devresi bir kare dalga işaret üreticidir. Çıkış işaretinin genliği ve frekansı belli sınırlar içerisinde kontrol edilebilir. Çıkış işaretinin frekans değerini kontrol etmede devrede kullanılan kondansatör etkindir.

Kondansatörün şarj ve deşarj süreleri çıkış işaretinin frekansını belirler. Uygulaması yapılan relaksasyon osilatör devresinde kondansatörün şarj süresi kontrol edilmekte fakat deşarj süresi kontrol edilememektedir.

Relaksasyon osilatör devresi genellikle, endüstriyel güç kontrol uygulamalarında tetikleme devresi olarak kullanılır.

SORULAR:

Relaksasyon osilatör devresinde çıkış işaretinin frekansı nelere bağlıdır? Açıklayınız?

Relaksasyon osilatör devresinde CE kondansatörünün deşarj süresi neden kontrol edilemiyor? Açıklayınız?

Gevşemeli relaksasyon devresinde RE ve R2 dirençleri için sınır değerleri niçin verilmiştir? Açıklayınız?

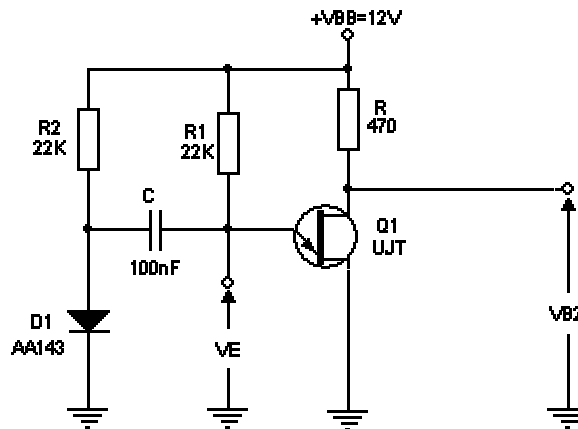
DENEY: 2**KARARSIZ MULTİVİBRATÖR:**

Bu deneyde, UJT ile oluşturulmuş kare dalga çıkış verebilen bir kararsız (astable) multivibratör devresi incelenecektir.

ÖN BİLGİ:

Şekil-18.3'de kare dalga çıkışlı bir kararsız osilatör (astable multivibrator) devresi verilmiştir. Devrenin çalışmasını kısaca açıklayalım.

İlk anda, C kondansatörü R1 üzerinden VBB değerine şarj olur. Diyot uçlarına düşen gerilim ihmal edilirse, kondansatör gerilimi V_p değerine ulaştığında UJT iletken olur. Bir süre sonra kondansatör gerilimi V_v değerine düşer ve diyot ters polarma olarak yalıtıma girer. Kondansatör bu sefer ters polariteye R2 üzerinden şarj olur.



Şekil-18.3 Kararsız Multivibratör Devresi



Böylece bir saykıl tamamlanır. Kondansatörün şarj ve deşarj süreleri aşağıdaki formüllerden bulunur.

Şarj süresi;

$$T_{OFF} = R_1 C \ln \frac{V_{BB} - V_{E(on)}}{V_{BB} - V_P}$$

Deşarj süresi;

$$T_{on} = R_2 C \ln \frac{V_{BB} + V_P - V_{E(on)}}{V_{BB} - V_P}$$

DENEYİN YAPILIŞI:

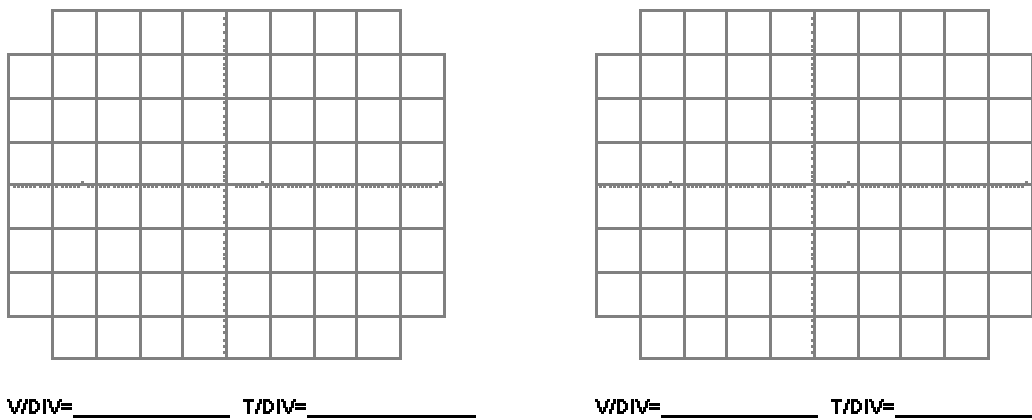
Kararsız multivibratör devresi Şekil-18.3'de görülmektedir. Bu devreyi deney seti üzerine kurunuz. Germanyum diyot kullanınız.

Kararsız multivibratör devresinde VE ve VB2 gerilimlerinin DC seviyelerini ölçerek sonucu tablo-18.3'deki ilgili yerlere kaydediniz.

VBB	VE	VB2

Tablo-18.3 Kararsız Multivibratörün DC polarma Gerilimleri

Osilaskop kullanarak VE ve VB2 gerilimlerinin dalga biçimlerini inceleyiniz. Elde ettiğiniz dalga biçimlerini şekil-18.4'deki diyagrama orantılı olarak çiziniz.



Şekil-18.4 Kararsız Multivibratörün Dalga Şekilleri



Osilaskopdan yararlanarak V_p , $V_{E(on)}$, V_{B2} , T_{on} ve T_{off} değerlerini ölçünüz. Elde ettiğiniz sonuçları tablo-18.4'deki ilgili yerlere yazınız.

Şekil-18.3'deki deney devresindeki C kondansatörünü $1\mu F$ yapınız ve deneyi tekrarlayınız. Elde ettiğiniz sonuçları tablo-18.4'deki ilgili yerlere kaydediniz.

C1 (μF)	V_p (volt)	V_{Eon} (v)	T_{on} (ms)	T_{off} (ms)	F (Hz)	V_{B2} (v)
0.1						
1						

Tablo-18.4 Kararsız Multivibratörün Verileri

PUT KARAKTERİSTİKLERİ VE UYGULAMALARI

KONU:

Programlanabilir Tek Bileşimli Transistörünün (Programmable UJT); çalışması, özellikleri ve bazı önemli uygulamaları gerçekleştirilecektir.

GEREKLİ DONANIM:

Multimetre (Sayısal veya Analog)

Güç Kaynağı: $\pm 12V$ DC

Anahtar: 2 Adet

PUT: 2N6027 veya Muadili

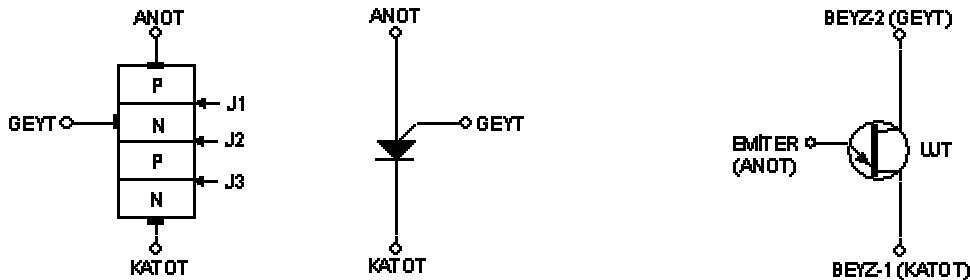
Direnç: 100Ω , $2 \times 220\Omega$, $1K\Omega$, $6K8\Omega$, $10K\Omega$

Potansiyometre: $10K\Omega$

Kondansatör: $10nF$, $22nF$, $100nF$

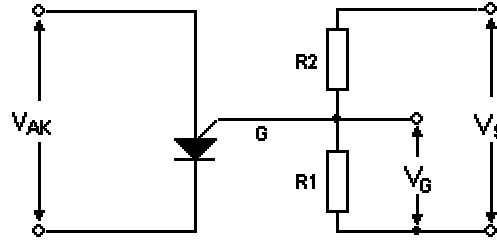
ÖN BİLGİ:

PUT; (programmable unijunction transistor: programlanabilir UJT) yarı iletkenler ailesinden tristör grubuna dahil aktif bir devre elemanıdır. 4 kat P ve N ekleminden oluşan PUT'un yarıiletken yapısı ve sembolü ve UJT eşdeğeri şekil-19.1'de gösterilmiştir. Üç adet terminale sahip olan PUT'un terminalleri Anot, katot ve geyt olarak adlandırılır. PUT'un çalışması UJT'den farklı değildir. Sadece tetikleme gerilimi V_p 'nin değeri, PUT'ta harici dirençler kullanılarak programlanabilir.



Şekil-19.1 PUT'un Yapısı, Sembolü ve UJT Eşdeğeri

Doğru polarmada PUT'un anot-katod uçlarına uygulanan gerilim değeri programlanan V_p değerini geçerse, PUT iletme geçer. Eğer anot-katod arasına uygulanan gerilim tutma seviyesinin (V_v) altına inerse PUT kesime gider. PUT'un tetikleme seviyesi şekil-20.2'deki devreden faydalanarak programlanır ve değeri aşağıda belirtilen şekilde hesaplanır.



Şekil-19.2 PUT'un Programlanması

$$V_G = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (+V_S)$$

$$V_P = V_G + V_D$$

DENEY: 1

OHMMETRE İLE TEST:

Bu deneyde PUT'un ohmmetre ile pratik olarak test edilmesi ve anot, katot ve geyt uçlarının bulunması öğrenilecektir.

ÖN BİLGİ:

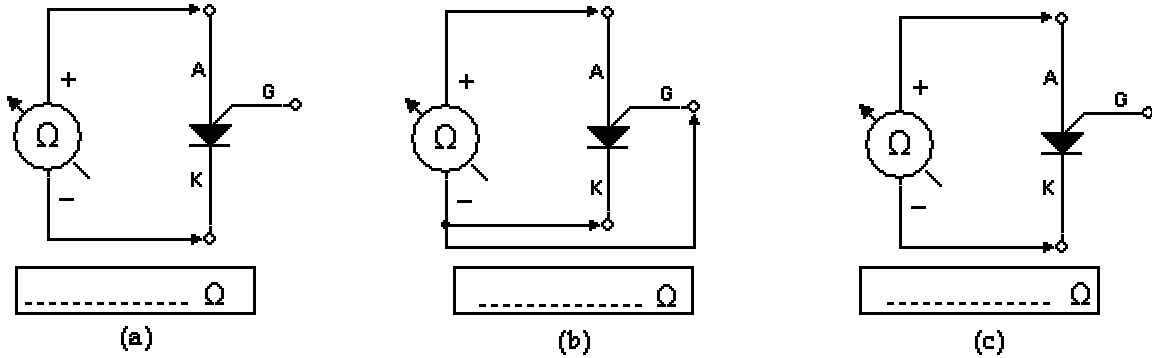
PUT'un basit testi tıpkı regüler diyot gibi ohmmetre ile yapılabilir. PUT'un geyt ile katot terminalleri arası daima çok yüksek bir direnç değeri gösterir. Çünkü ters polaritededir.

Ohmmetre'nin pozitif ucu PUT'un anat'una negatif ucu ise katot'una uygulandığında PUT açık devre gösterir. Bu bağlantı bozulmadan katot ucundan geyt'ede negatif bir polarma uygulanırsa PUT tetiklenerek iletme geçer ve küçük bir direnç değeri gösterir. Bu durum şekil-19.3'de ayrıntılı olarak çizilmiştir.

DENEYİN YAPILIŞI:

PUT üzerinde gerekli ölçümleri yapabilmek için analog ohmmetrenin kalibrasyonunu yapınız.

Şekil-19.3.a'daki bağlantıyı yapınız. Ohmmetre uçlarının polaritelerine dikkat ediniz ve Ohmmetre skalasını en düşük değere alınız. Bu durumda ohmmetreden PUT'un gösterdiği direnç değerini ölçerek kaydediniz.



Şekil-19.3 PUT'un ohmmetre ile Testi

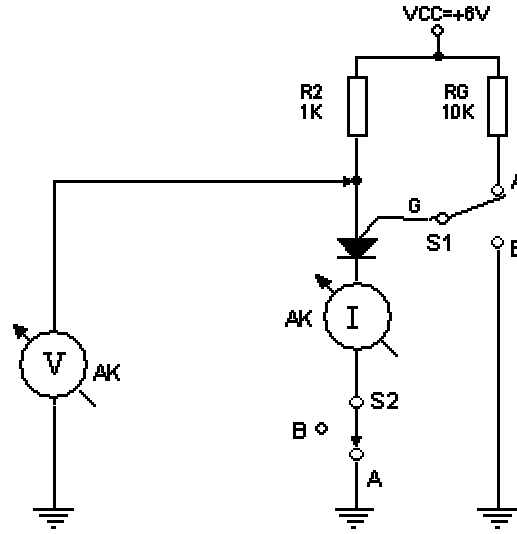
Bir önceki bağlantıyı bozmadan ohmmetrenin negatif ucundan bir kabloyla şekil-19.3.b'deki gibi PUT'un geyt'ini tetikleyiniz. Ohmmetrede sonucu gözleyerek elde ettiğiniz direnç değerini kaydediniz.

PUT'un geyt ucunu boşa alınız. Ohmmetrede sonucu gözleyerek not ediniz. PUT iletme devam ediyor mu? Neden? Açıklayınız?

DENEY: 2

PUT'UN ÇALIŞMASI:

PUT'un iletme geçebilmesi için anodu kataduna nazaran daha pozitif bir polaritede olmalıdır. Geyt'e ise anaduna nazaran daha negatif bir polarite uygulanmalıdır. Bu koşullarda PUT iletme geçer ve katodundan anaduna doğru bir akım akar. PUT'un iletimi; anot akımının tutma akımı (I_H) değerinin altına düşene kadar devam eder. PUT'un iletim geriliminin programlanabildiği unutulmamalıdır. Bu deneyde PUT'un iletimde ve kesimde nasıl çalıştığı gözlenecektir.

**Şekil-19.4 PUT'un Çalışması ve Karakteristikleri****DENEYİN YAPILIŞI:**

PUT'un çalışma karakteristiklerini incelemek üzere şekil-19.4'deki devre tasarlanmıştır. Bu uygulama devresini deney seti üzerine kurunuz. Uygulama devresinde S1 ve S2 anahtarını A konumuna alıp devreye güç uygulayınız. PUT'un anot gerilimi (V_A) ve anot-katod akımını (I_{AK}) ölçünüz. Elde ettiğiniz sonucu tablo-19.1'deki ilgili yere yazınız.

S1 anahtarını B konumuna alınız ve bu durumda da ölçmeleri tekrarlayınız. Sonuçları tablo-19.1'deki ilgili yerlere yazınız.

S1 anahtarını tekrar A konumuna alınız ve ölçmeleri tekrarlayarak sonuçlarınızı tablo-19.1'deki ilgili yerlere kaydediniz.

DURUM	S1	S2	V_A (v)	I_{AK} (mA)
Ateşlemeden Önce	A	A		
Ateşleme Anı	B	A		
Ateşlemeden Sonra	A	A		
Reset	A	B		
Reset'den Sonra	A	A		

Tablo-19.1 PUT'un Çalışma Verileri

Tablo-20.1'de verilen S1 ve S2 anahtarlarının bütün konumlarını sıra ile deneyiniz. Her konum için gerekli ölçmeleri yaparak sonuçları tablodaki ilgili yerlere kaydediniz. Devrenin besleme gerilimini kapatınız. Bu deney bitmiştir.

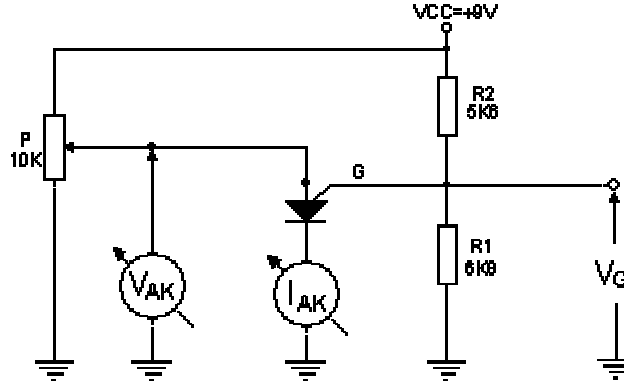
DENEY: 3

PUT KAREKTERİSTİKLERİ:

Bu deneyde PUT'un Akım-Gerilim karakteristiği ve özellikleri ayrıntılı olarak incelenecektir.

ÖN BİLGİ:

PUT'un iletme geçebilmesi veya kesime gidebilmesi için bir takım koşulların sağlanması gerekmektedir. Bu koşullar PUT parametreleri ile ilgilidir. PUT'un en önemli parametreleri; V_G , V_p , I_{AK} ve I_H değerleridir. Bu değerlerin özelliklerini önceki deneylerden biliyorsunuz. Bu çalışmada PUT'un belirtilen parametrelerini hesaplayacağız ve ölçeceğiz.



Şekil-19.5 PUT Parametreleri İçin Deney Devresi

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-19.5'deki deney devresini set üzerine kurunuz. V_A gerilimini Potansiyometreyi kullanarak 0V'a ayarlayınız.

PUT'un V_G ve V_p değerleri aşağıdaki formüller yardımı ile bulunur. Bu formülleri kullanarak şekil-19.5'deki devrede gerekli V_G ve V_p değerlerini hesaplayınız. Sonuçları tablo-20.2'deki ilgili yerlere kaydediniz.



$$V_G = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (+V_{CC})$$

$$V_P = V_G + V_D \Rightarrow V_D = 0.7 V$$

V_G gerilimini ölçerek elde ettiğiniz sonucu tablo-19.2'deki ilgili yere yazınız. V_{AK} gerilimini P potansiyometresini kullanarak yavaş yavaş artırınız. Bu gerilimin aniden azaldığı noktayı voltmetreden bir kaç kez deneyerek tespit ediniz. Bulduğunuz bu değer, PUT'un tetikleme gerilimi V_p 'dir. Bu değeri ölçerek tablodaki ilgili yere kaydediniz.

PUT'un iletme geçtiği noktada anat-katod akımını (I_{AK}) ölçerek sonucu tabloya kaydediniz.

PUT ateşlendikten sonra P potansiyometresi ile I_{AK} akımını yavaş yavaş azaltınız. I_{AK} akımının aniden 0'a düştüğü noktayı bir kaç kez deneyerek belirleyiniz. I_{AK} akımının ani olarak 0'a düştüğü noktadaki değer PUT'un tutma akımı I_H değeridir. Bu değeri ölçerek tablodaki ilgili yere kaydediniz.

PUT'un ateşlendiği andaki V_A ve V_p gerilim değerlerini ölçerek tablodaki ilgili yerlere kaydediniz.

Aynı deneyi, tablo-20.2'de verilen R_1 ve R_2 dirençlerini kullanarak tekrarlayınız. Elde ettiğiniz sonuçları tablodaki ilgili yerlere yazınız.

R_1 (K Ω)	R_2 (K Ω)	V_G (Hesap)	V_G (Ölçülen)	V_p (Hesap)	V_p (Ölçülen)	I_{AK} (mA)	I_H (mA)

Tablo-29.2 PUT'un Çeşitli Parametrelerinin Elde edilmesi

DENEY: 4

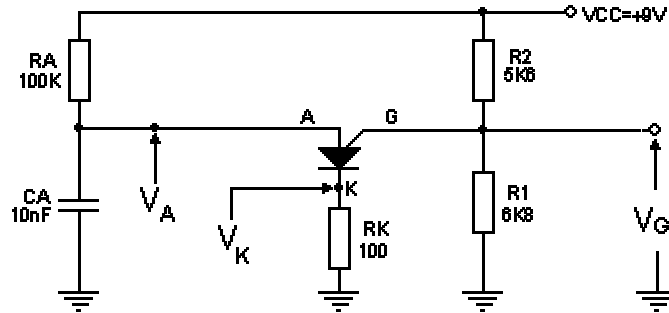
RELAKSASYON OSİLATÖR:

Bu deneyde PUT'la gerçekleştirilmiş bir relaksasyon osilatörü devresinin çalışmasını ve özelliklerini inceleyeceğiz.

ÖN BİLGİ:

Relaksasyon osilatörün işlevini ve özelliklerin daha önce yaptığımız uygulamalardan biliyorsunuz (UJT ile gerçekleştirilen relaksasyon osilatörü). PUT'la gerçekleştirilen osilatör devresi UJT ile yapılanla benzerlik gösterir. Müstesna olarak PUT'un tetikleme gerilimi UJT'den daha belirgindir ve belli koşullar dahilinde ayarlanabilir. Şekil-19.6'da PUT'la gerçekleştirilmiş relaksasyon osilatör devresi görülmektedir. Bu devrede PUT'un tetikleme gerilimi R1 ve R2 dirençlerine bağlı olarak seçilir. Bu değer yaklaşık olarak besleme geriliminin (V_{CC}) yüzde 63.2'sidir. Devrenin osilasyon frekansı ise yaklaşık olarak aşağıdaki formülle bulunur.

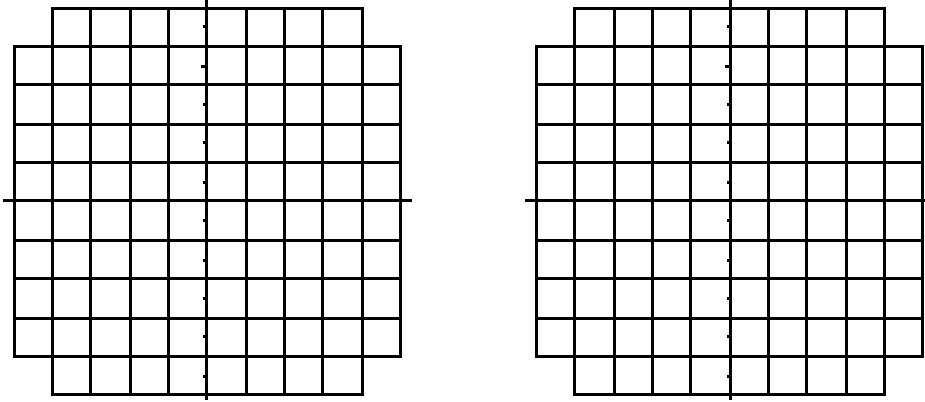
$$f \approx \frac{1}{R_A C_A}$$

**Şekil-19.6 PUT'la Yapılan Relaksasyon Osilatör****DENEYİN YAPILIŞI:**

Şekil-19.6'daki devreyi deney seti üzerine kurunuz. Voltmetre ile V_A , V_G ve V_K değerlerini ölçerek kaydediniz.

V_A	V_G	V_K

Anot, katod ve geyt terminallerindeki gerilimlerin dalga biçimlerini osilaskop ile ölçerek şekil-19.7'deki diyagrama orantılı olarak çiziniz.



Şekil-19.7 Relaksasyon Osilatör Dalga şekilleri

Devrenin osilasyon frekansını hesaplayarak tablo-19.3'deki ilgili yere kaydediniz. Devrenin osilasyon frekansını osilaskop ile ölçerek sonucu tablo-19.3'deki ilgili yere kaydediniz.

Deneyi tablo-19.3'de belirtilen R_A ve C_A değerleri için deneyi tekrarlayınız. Elde ettiğiniz sonuçları tablo'daki ilgili yerlere kaydediniz.

R_A (K Ω)	C_A (nF)	$F=1 / R_A C_A$ (Hz)	
		Hesaplanan	Ölçülen
100	10		
100	100		
100	22		
47	10		
220	10		

Tablo-19.3 Relaksasyon Osilatör Bilgi Tablosu

ÖZET:

PUT, parametreleri UJT ile benzerlik gösterir. Sadece iletim gerilimi belli koşullar altında istenilen bir değere programlanabilir. Bu özellik PUT'u bir çok uygulamada popüler yapmıştır.

SORULAR:

Bir PUT'un sağlam veya bozuk olup olmadığını bir ohmmetre ile test edebilir misiniz? Nasıl? Açıklayınız?

PUT'un iletme geçmesi için gerekli koşulları açıklayınız?

SCR (TRİSTÖR) KARAKTERİSTİKLERİ

KONU:

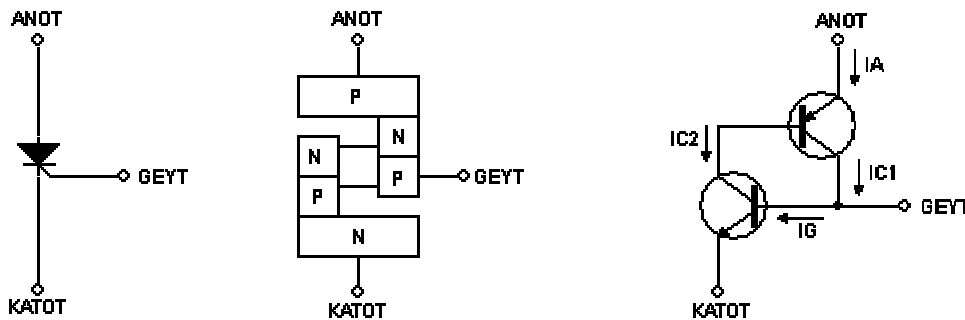
SCR'nin (Tristör) Ohmmetre ile test edilmesi, Akım-Gerilim karakteristikleri ve çalışmasının incelenmesi.

GEREKLİ DONANIM:

Sayısal veya Analog Multimetre
Ayarlı Güç Kaynağı: 0-20V, DC
SCR (TIC126D veya Muadili)
İki Konumlu Anahtar,
Buton 2 Adet
Kondansatör: 22nF, 2.2µF
Direnc: 100Ω, 470Ω, 680Ω, 1KΩ, 1K5Ω, 10KΩ, 22KΩ, 100KΩ
Potansiyometre: 47KΩ

ÖN BİLGİ:

SCR; (Silikon Controlled Rectifier: Silikon Kontrollü Doğrultucu) yarı iletken devre elemanları ailesinden **Tristör** grubuna dahil üç uçlu aktif bir devre elemanıdır. SCR'nin sembolü, yapısı ve transistör eşdeğeri Şekil-20.1'de gösterilmiştir. SCR'nin üç adet terminali vardır. Terminallerine **Anot** , **Katod** ve **Geyt** isimleri verilmiştir.



Şekil-20.1 SCR'nin Sembolü, Yapısı ve Transistör Eşdeğeri

SCR'nin iletimde ve kesimde olmak üzere başlıca iki tip çalışma şekli vardır. SCR, iletimde iken anot ile katot terminalleri arasındaki direnci minimumdur (yaklaşık olarak kısa devre). Kesimde ise bu değer maksimumdur (yaklaşık olarak açık devre). SCR'nin anot ile katot terminalleri arasını bir anahtar olarak düşünebiliriz. SCR'yi iletimde veya kesimde çalıştırmanın bir çok yöntemi vardır. En yaygın kullanılan yöntem, SCR'yi bir transistör gibi çalıştırmaktır. Bu yöntemde SCR'yi iletime geçirmek için geyt terminaline bir tetikleme pılsı uygulanır. Bu pıls'ın polaritesi katoda nazaran pozitif olmalıdır. Bu yöntem, deneyler de ayrıntılı olarak incelenecektir.



SCR, bir çok endüstriyel uygulama da kontrol elemanı olarak oldukça sık kullanılır. Alçak güç kaybı, Küçük boyutu, sessiz çalışması, çok küçük kontrol akımları ile çok büyük akımları kontrol etmesi SCR'nin tercih edilmesinde etkindir.

DENEY:1

SCR'İN OHMMETRE İLE TESTİ:

Bu deneyde; SCR'nin ohmmetre ile sağlamlık testi yapılacak ve terminallerinin nasıl bulunduğu öğrenilecektir.

ÖN BİLGİ:

SCR'nin çalışmasını bir ohmmetre ile test edebiliriz. SCR terminallerine bakıldığında geyt-anot arasının tıpkı bir diyot gibi test edilebileceği görülebilir fakat bu pratik olarak mümkün değildir. Çünkü geyt-anot arası daima ters polaritededir ve çok büyük bir direnç değeri gösterir.

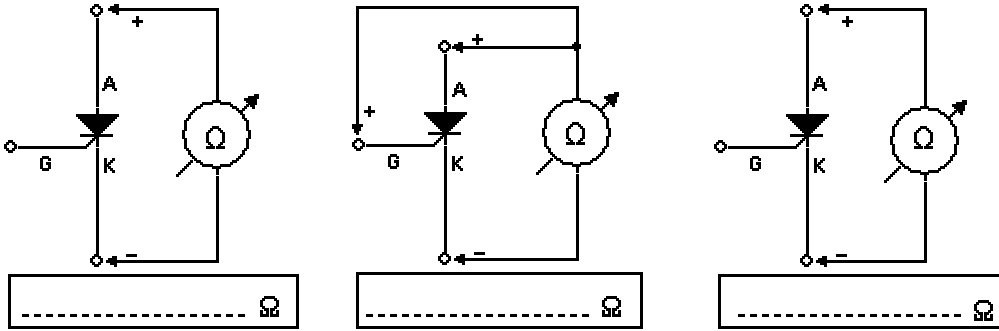
SCR'nin ohmmetre ile testi genellikle anot, katod ve geyt terminalleri birlikte kullanılarak yapılır. Ohmmetre'nin pozitif ucu SCR'nin anoduna, negatif ucu ise katoduna uygulandığında doğru polarite olduğu halde SCR yüksek bir direnç gösterir. Çünkü geyt terminali tetiklenmemiştir. SCR'nin iletme geçip anot-katod arasının kısa devre olabilmesi için aynı anda geyt ucuna da pozitif bir tetikleme uygulanmalıdır. Bu durum şekil-20.2.b'de gösterilmiştir.

DENEYİN YAPILIŞI:

Gerekli ölçümleri yapabilmek için ohmmetre'nin kalibrasyonunu yapınız ve analog ohmmetre kullanınız.

SCR'nin anot ve katod terminalleri arasına ohmmetre'nin uçlarını şekil-20.2.a'daki gibi bağlayınız. Analog ohmmetrelerde genellikle siyah uç artı (+), kırmızı uç negatif (-) polaritededir. Sonucu kaydediniz. Sağlam bir tristörde; tristör yalıtkan olduğu için sonsuz direnç değeri görmelisiniz.

Ohmmetre'nin uçları aynı kalmak koşuluyla, anot ve geyt terminallerini bir kabloyla şekil-20.2.b'deki gibi kısa devre ediniz. Sonucu kaydediniz. Sağlam bir tristörde; Tristör tetiklenip ve iletme geçtiği için anot-katod arası direnci minimuma inecektir. Geyt terminaline bağladığınız kabloyu çıkarınız. Sonucu kaydediniz. Bu koşullarda SCR iletme devam etmelidir.



Şekil-20.2.a.b ve c SCR'nin Ohmmetre ile Testi

DENEY: 2**SCR'İN ÇALIŞMASI:**

Bu deneyde; SCR'yi iletme ve kesime götürme yöntemleri incelenerek, SCR'nin iletimde ve kesimde nasıl çalıştığı araştırılacaktır.

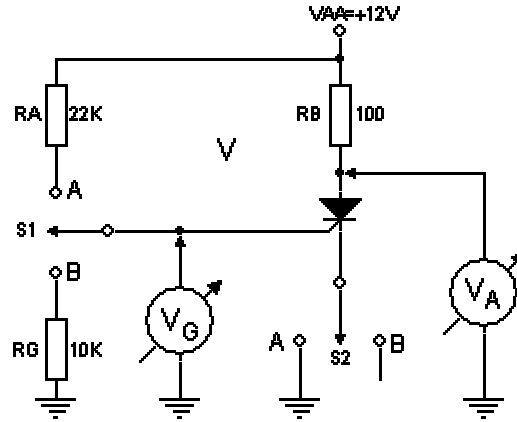
ÖN BİLGİ:

SCR'yi geyt terminali ile iletkenliği kontrol edilebilen bir diyot gibi düşünebiliriz. SCR'yi iletme geçirebilmek için anot ile katod arasında doğru polarma ve geyt terminaline ise katod'a nazaran pozitif bir tetikleme gerilimi uygulanmalıdır. SCR, iletme geçtiğinde katodundan anoduna doğru bir akım akar ve üzerinde (anot-katod uçları arasında) küçük bir gerilim düşümü meydana gelir.

SCR iletme geçtikten sonra geyt terminali kontrolden çıkar ve SCR'yi artık kontrol edemez. SCR'nin tekrar kesime gidebilmesi için anot akımı, SCR'nin **Tutma Akımı** (holding current) değerinin altına düşürülmelidir. Tutma akımı I_H olarak tanımlanır ve değeri her SCR için üretici kataloglarında verilir.

SCR'nin önemli bir özelliği çok küçük geyt akımı (I_G) ile çok büyük anot (I_A) akımını kontrol etmesidir.

SCR'nin; temel çalışma özelliklerini (iletim/kesim) şekil-20.3'de verilen devre yardımıyla araştıracağız.



Şekil-20.3 SCR'nin İletimde ve Kesimde Çalışması

DENEYİN YAPILIŞI:

SCR'nin; iletimde ve kesimde nasıl çalıştığını anlamak amacıyla şekil-20.3'deki devre tasarlanmıştır. Bu devreyi deney seti üzerine kurunuz.

Önce S2, daha sonra S1 anahtarını **A** konumuna alınız. S1 ve S2 anahtarları **A** konumunda iken SCR'nin geyt (V_G) ve anot (V_A) gerilimlerini ölçerek elde ettiğiniz değerleri tablo-20.1'deki ilgili yere kaydediniz. Tablo-20.1'deki ilgili kolona bu durumda SCR'nin iletimde mi kesimde mi olduğunu belirtiniz.

S1 anahtarını **B** konumuna alınız. Bu durumda SCR'nin geyt (V_G) ve anot (V_A) gerilimlerini ölçerek sonuçları tablo-20.1'deki ilgili yere kaydediniz. Ayrıca tablodaki ilgili yere SCR'nin durumunu (iletimde veya kesimde) belirtiniz.

S1 anahtarını **A** konumuna alınız. Bu durumda SCR'nin geyt (V_G) ve anot (V_A) gerilimlerini ölçerek tablo-20.1'deki ilgili yere kaydediniz. Ayrıca tablodaki ilgili yere SCR'nin durumunu belirtiniz.

S2 anahtarını **B** konumuna alınız. Bu durumda SCR'nin geyt (V_G) ve anot (V_A) gerilimlerini ölçerek tablo-21.1'deki ilgili yere kaydediniz. Ayrıca tablodaki ilgili yere SCR'nin durumunu (iletimde veya kesimde) belirtiniz.

S2 anahtarını **A** konumuna alınız. Bu durumda SCR'nin geyt (V_G) ve anot (V_A) gerilimlerini ölçerek tablo-21.1'deki ilgili yere kaydediniz. Ayrıca tablodaki ilgili yere SCR'nin durumunu (iletim-kesim) belirtiniz.



S1	S2	V_G (v)	V_A (v)	SCR'nin Durumu
A	A			
B	A			
A	A			
A	B			
A	A			
A	B			

Tablo-20.1 SCR'nin Çalışması Bilgi Tablosu

DENEY: 3

SCR İLE AKIM KONTROLÜ:

Bu bölümde; Geyt akımı ve geriliminin SCR'nin anot akımı ve gerilimine etkisini inceleyeceğiz.

ÖN BİLGİ:

SCR'nin iletme geçebilmesi için geyt akımının önemi önceki deneyde incelenmişti. Geyt akımı (I_G) ile anot akımı (I_A) arasındaki ilişki bu bölümde araştırılacaktır. SCR'nin iletme geçebilmesi için anot ile katod arasına doğru polarma uygulanıp, geyt terminalinden tetiklenmesi gerektiğini biliyoruz. Fakat tetikleme akım ve geriliminin maksimum ve minimum değerleri hakkında bilgimiz yok. Bu deneyde; SCR'nin bu karakteristiklerini ölçerek minimum ve maksimum değerleri tespit edeceğiz. Gerçekte üretici firmalar bu değerleri ürettikleri her SCR için kataloglarında vermişlerdir. Deneylerimizde kullandığımız TIC126D tipi SCR'nin bazı önemli katalog bilgileri ve karakteristikleri aşağıda verilmiştir.

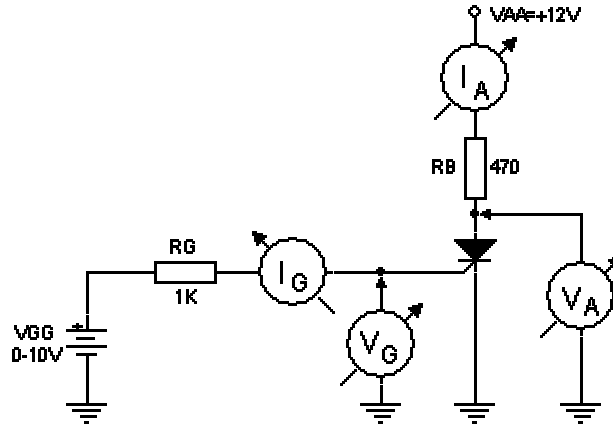
Volt	V_{AK}	: Maksimum 400
Maksimum 20mA	I_{AK}	: Maksimum 8 Amper
Maksimum 1.5V	I_G	: Minimum 5mA,
	V_G	: Minimum 0.8V,
	I_H	: 40mA
	V_H	: 0.95V

SCR'nin tetiklenip iletme geçmesinden sonra geyt terminali artık SCR üzerindeki kontrolünü kaybeder. SCR'yi tekrar kesime götürmek için Anot akımının belli bir değerin altına düşürülmesi gerekir. SCR'nin bu akım değerine **Tutma Akımı** denir ve I_H ile sembolize edilir. Değeri üretici kataloglarında verilmektedir.

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-20.4'deki devreyi deney seti üzerine kurunuz. Başlangıçta VGG gerilim kaynağı 0V olmalıdır. Deneye başlamadan SCR'nin kesimde olduğundan emin olunuz. VGG gerilim kaynağını kullanarak I_G akımını tablo-20.2'de belirtilen 1mA değerine ayarlayınız. Anot akımını (I_A) ve Anot-katod gerilimini (V_A) ölçerek elde ettiğiniz sonucu tablo-20.2'deki ilgili yerlere yazınız.

VGG ayarlı gerilim kaynağını kullanarak geyt akımını Tablo-20.2'de belirtilen değerlere sıra ile ayarlayınız. Her I_G değeri için I_A akımını ve V_A gerilimini ölçerek sonuçları tablo-20.2'deki ilgili yerlere kaydediniz.



Şekil-20.4 SCR'nin Kontrol Karakteristikleri

I_G (mA)	0	2	4	5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0
V_G (v)														
I_A (mA)														
V_A (V)														

Tablo-20.2 SCR'nin Geyt ve Anot Akımları Arasındaki İlişki

Ölçmeleri tablo-20.2'deki bütün değerler için tamamlayınız. Elde ettiğiniz değerleri ilgili yerlere kaydediniz. SCR'nin minimum tetikleme akımı değeri nedir? Kaydediniz?



$$I_{G(min)} = \text{_____ mA.}$$

Bu değer Katalogda belirtilen değere uygun mudur? Açıklayınız? SCR'nin tetikleme anındaki geyt gerilimi değerini ölçerek kaydediniz.

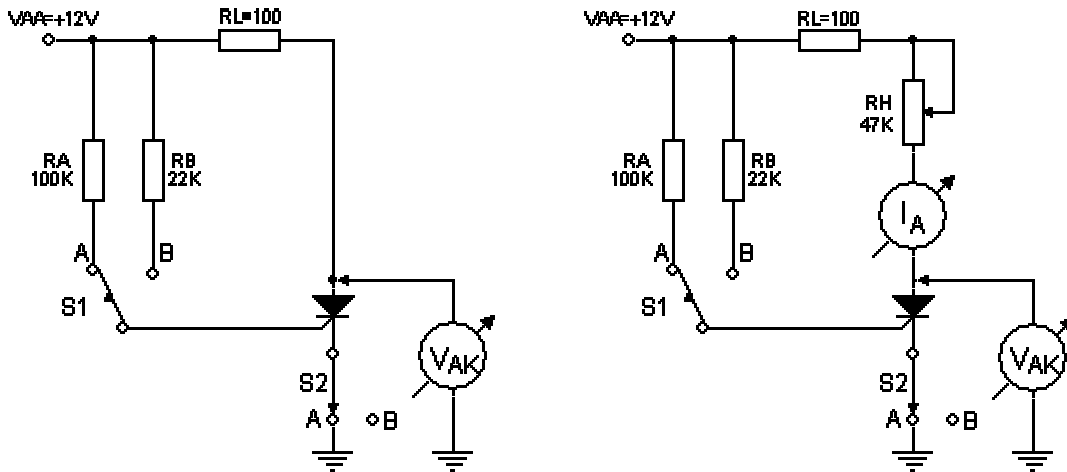
$$V_{G(min)} = \text{_____ volt.}$$

Bu değer katalogda belirtilen değere uygun mudur? Açıklayınız? SCR iletimde iken sadece tetikleme kaynağını devreden sökerek VG değerini 0V yapınız. SCR hala iletken mi? Neden? Açıklayınız?

SCR'nin kontrol edilmesinde anot-katot geriliminin fonksiyonu, yönü ve değeri hakkında bilgi veriniz? Nedenlerini açıklayınız?

SCR'yi kesime götürmek için anot akımı değerinin, tutma akımı (IH) değerinin altına düşürülmesi gerekir. Bu değeri ölçmek ve SCR'yi kesime götürmek için Şekil-20.5'deki deney düzeneğinden faydalanacağız.

Şekil-20.5'de iki ayrı deney düzeneği verilmiştir. Bu deney düzenekleri yardımıyla da tıpkı bir önceki deneydeki gibi SCR'nin; IA, VA, IG, VG ve IH değerlerini test edebiliriz.



Şekil-20.5.a ve b SCR'nin Çeşitli Akım ve Gerilim Değerlerinin Ölçülmesi

Şekil-20.5.a'da görülen deney düzeneğini set üzerine kurunuz. S1 ve S2 anahtarlarını A konumuna alınız ve devreye enerji uygulayınız. Devre düzeneğinden faydalanarak SCR'nin Geyt akımını hesaplayınız. Sonucu ilgili yere kaydediniz.



$$I_G \cong I_{RA} \cong \frac{+V_{AA}}{R_A} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$$

SCR'nin anot-katot gerilimini ölçünüz. Sonucu kaydediniz. Sonuçlara göre SCR iletimde mi, kesimde mi? Belirtiniz?

VAK=_____ volt,

SCR=_____ (iletimde/Kesimde)

S1 anahtarını B konumuna alınız. SCR'nin geyt akımını hesaplayınız. Sonucu ilgili yere kaydediniz.

$$I_G \cong I_{RB} \cong \frac{+V_{AA}}{R_B} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$$

SCR'nin anot-katot gerilimini ölçünüz. Sonucu kaydediniz. Sonuçlara göre SCR iletimde mi, kesimde mi? Belirtiniz?

VAK=_____ volt,

SCR=_____ (iletimde/kesimde)

VAA gerilim kaynağını devreden sökünüz. SCR'nin tutma akımını ölçmek amacıyla devreyi şekil-20.5.b'deki gibi yeniden düzenleyiniz. Başlangıçta R_H potansiyometresini 0Ω değerine alınız. S1 ve S2 anahtarlarının **A** konumunda olduğundan emin olunuz ve sisteme enerji uygulayınız. S1 anahtarını bir an için **B** konumuna alıp tekrar A konumuna alınız. Bu anda SCR'nin V_{AK} gerilimini ve I_A akımını ölçerek sonuçları kaydediniz.

VAK=_____ volt,

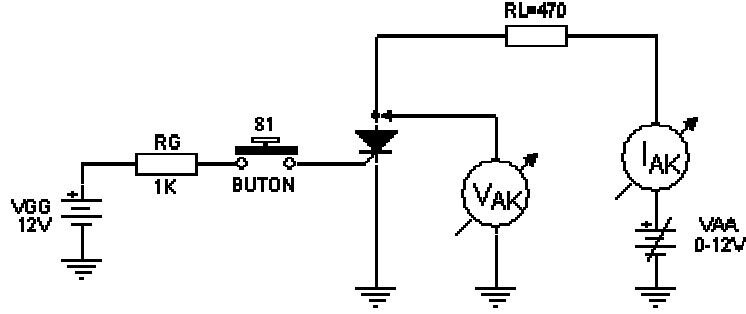
IA=_____ mA

RH potansiyometresini yavaş yavaş artırarak I_A akımını azaltınız. I_A akımının minimuma düştüğü değeri veya $V_{AK}=V_{AA}=12\text{Volt}$ olana kadar işleme devam ediniz. Bu işlemi gerekirse 1 kaç kez tekrarlayınız. SCR'yi kesime götüren I_A akımının bu değerine tutma akımı (I_H) denir. Bu değeri tespit edip kaydediniz.

IH=_____ mA

Tutma akımı ve gerilimini tespit etmek amacıyla aşağıda farklı bir yöntem daha anlatılmıştır. Bu yöntemi de gerekirse deneyiniz.

Şekil-20.6'daki devre düzeneğini deney seti üzerine kurunuz. S butonuna basarak SCR'yi tetikleyiniz ve ilettime geçiriniz.



Şekil-20.6 SCR'nin Çeşitli Akım ve Gerilim Değerlerinin Ölçülmesi

Bu anda I_A akımı;

$$I_A = \frac{V_{AK} - 0.7}{R_A}$$

değerine eşittir. Bu değeri devreden hesaplayınız ve ölçünüz. Sonuçları kaydediniz.

$$I_{A(\text{Hesaplanan})} : \text{_____ } mA$$

$$I_{A(\text{Ölçülen})} : \text{_____ } mA$$

I_A değeri tutma akımından büyük olduğu için SCR ilettime geçmiştir. V_{AA} gerilim kaynağının değerini anot akımındaki değişimi gözleyerek yavaş yavaş düşürünüz. I_A akımının aniden 0'a düştüğü noktayı bir kaç kez deneyerek bulunuz. Bu değer tutma akımı değeridir. Ölçerek kaydediniz.

$$I_H = \text{_____ } mA$$

Bu andaki SCR'nin anot-katod uçları arasında ölçülen gerilim değeri (V_A), tutma gerilimi değeridir. Bu gerilimi ölçerek kaydediniz.

$$V_H = \text{_____ } volt.$$

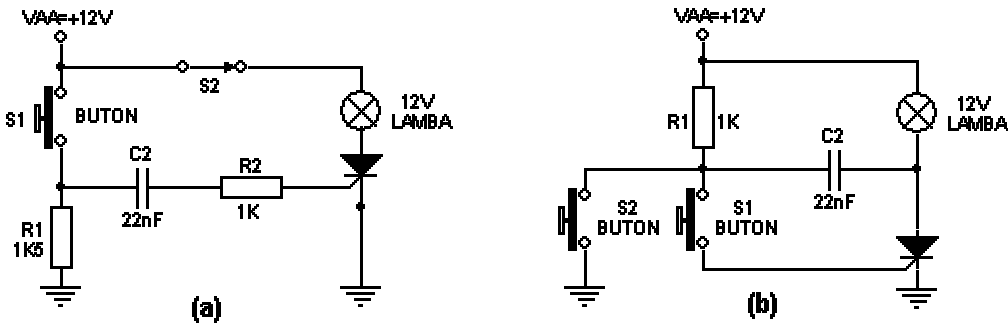
DENEY: 4**SCR İLE DC KONTROL:**

Bu deneyde SCR ile yapılan çeşitli kontrol devreleri verilecek ve bunların çalışmalarını araştırılacaktır.

ÖN BİLGİ:

Şekil-20.6.a ve b'de DC yük akımının kontrol edilebilmesi için geliştirilmiş kontrol devreleri görülmektedir. Şekil-20.6.a'daki uygulama devresinde SCR kullanmanın önemli bir özelliği yoktur. Çünkü bütün yük akımı, S2 anahtarı üzerinden geçmektedir. Devre sadece anahtarla kontrol edilebilir.

Şekil-20.6.b'deki devre ise çalışma ve özellikleri bakımından diğerinden farklıdır. Bu devrede yük akımı SCR tarafından kontrol edilmektedir. SCR'nin kontrolü ise gejt terminalinden yapılmaktadır. Bu devrenin önemli bir özelliği, SCR'nin iletimde veya kesimde olmasını gejt terminalinin kontrol etmesidir.



Şekil-20.6.a ve b SCR İle DC Kontrol

Devrenin çalışmasını kısaca özetleyelim: S1'e basıldığında, C üzerinden bir kapı akımı akacak tristör iletime geçecek ve lamba yanacaktır. Bu anda kapasitör G-K bağlantısı yoluyla 11V'a şarj olacaktır.

S2'ye basıldığında ise şarjlı kapasitör tristöre paralel bağlanmış olacaktır. Bu durumda, SCR'nin anoduna negatif, katoduna ise pozitif kutup bağlanmış olur. Sonuçta SCR ters polarizasyonla kesime gidecektir. Böylece gejt terminali kullanılarak SCR'nin iletime veya kesime götürülmesi sağlanmış olur.



DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-20.6'a.daki devreyi deney seti üzerine kurunuz. Önce S1 butonuna basıp bırakınız. Bu anda lambanın durumunu gözleyiniz.

Soru: Lambanın durumu nedir? Neden? Açıklayınız?

S2 anahtarını açınız. S1 anahtarına basıp bırakınız ve lambanın durumunu gözleyiniz.

S1 butonunu ve S2 anahtarını çeşitli olasılıklar için deneyip sonuçları gözleyiniz.

Soru: Devrede kullanılan elemanların işlevlerini belirtiniz?

Şekil-20.6.b'deki devreyi deney seti üzerine kurunuz. Önce S1 butonuna basıp bırakınız ve Lambanın durumunu gözleyiniz. SCR iletime geçmiş ve Lamba yanmıştır. Nedenini açıklayınız?

S2 butonuna basıp bırakınız. **Soru:**Lambada ve devrede ne gibi değişiklikler olmuştur? neden? Açıklayınız?

SORULAR:

SCR'nin ohmmetre ile tetiklenip iletime geçebilmesi için geyt terminalinin fonksiyonunu belirtiniz?

SCR tetiklenip iletime geçtikten sonra geyt terminalinin fonksiyonunda bir değişim oluyor mu? Açıklayınız?

SCR'nin tetiklendikten sonra, tekrar kesime gidebilmesi için ne yapılmalıdır? Açıklayınız?

Ohmmetre kullanılarak terminal isimleri belli olmayan bir SCR'nin terminallerini bulabilir misiniz? Nasıl? şekil çizerek açıklayınız?

İletimden önce, SCR'nin anodu ile şase arasında _____ volt gerilim bulunur. Neden? Açıklayınız?

SCR'nin iletime geçebilmesi için geyt tetikleme geriliminin değeri ve polaritesi ne olmalıdır? Açıklayınız?

SCR'nin akım-gerilim karakteristiğini çiziniz?

Üretici kataloglarını inceleyerek SCR tipleri ve tip kodları hakkında bilgiler veriniz?

SCR UYGULAMALARI

KONU:

SCR ile yapılan çeşitli uygulamalar tanıtılacak ve SCR ile gerçekleştirilen Faz kontrol devreleri incelenecektir.

GEREKLİ DONANIM:

Güç Kaynağı: 24V AC
Osilaskop (çift Kanallı)
Multimetre
SCR (TIC126D veya Muadili)
Diyot: 4x1N4007 veya Muadili
UJT: 2N2646 veya Muadili
Direnc: 2x100Ω, 470Ω, 680Ω, 1KΩ, 100KΩ
Potansiyometre: 10KΩ, 100KΩ
Kondansatör: 0.22μF, 10μF
Lamba: 24V Akkor Flemanlı

ÖN BİLGİ:

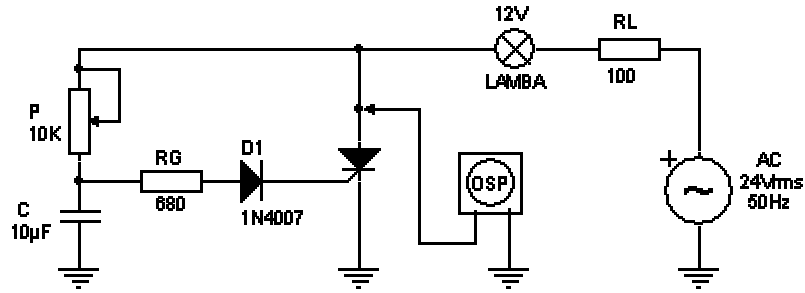
SCR'nin DC karakteristiklerini ve çalışma prensiplerini inceledik. Bu bölümde SCR'nin AC işaretlerde çalışmasını ve özelliklerini inceleyeceğiz.

Elektro mekanik devrelerde; anahtar, role ve reostaların yerlerine SCR'ler güvenle kullanılabilir. Alçak güç harcaması, sessiz çalışması, ekonomik olması, boyutlarının küçük olması SCR'nin bir çok endüstriyel uygulamada tercih edilmesine neden olur. Güç ve endüstriyel kontrol ünitelerinde SCR'nin temel çalışma prensibi **faz** kontrolüdür. Bu bölümde SCR ile yapılan çeşitli faz kontrol devrelerini inceleyeceğiz.

DENEY: 1

YARIM DALGA FAZ KONTROLÜ:

Şekil-21.1'de SCR ile yapılan yarım dalga faz kontrol devresi görülmektedir. Bu devrede faz kontrolü sadece pozitif alternanslarda yapılmaktadır. Devrenin çalışması aşağıda kısaca anlatılmıştır.



Şekil-21.1 Yarım Dalga Faz Kontrol Devresi

C kondansatörü her saykilda SCR'nin tetikleme gerilimine P potansiyometresi vasıtası ile şarj olur. Devredeki diyodun görevi SCR'yi aşırı ters gerilimlere karşı korumaktır. SCR'nin güç kontrolünü görmek için devreye bir lamba eklenmiştir. Lambaya seri bağlı 100 ohm'luk direnç lambanın ömrünün uzatılması içindir. P potansiyometresi C kondansatörünün şarj süresini ayarlama da kullanılır. C kondansatörünün şarj gerilimi;

$$V_C = V_D + V_{GK}$$

değerine ulaşınca SCR tetiklenir ve tetikleme açısı P potansiyometresi ile ayarlanabilir.

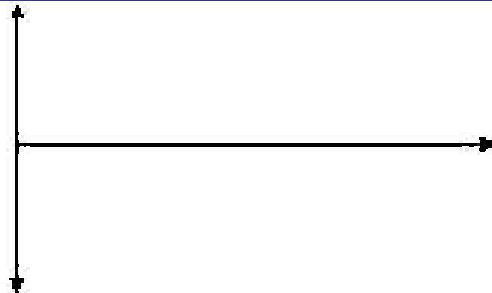
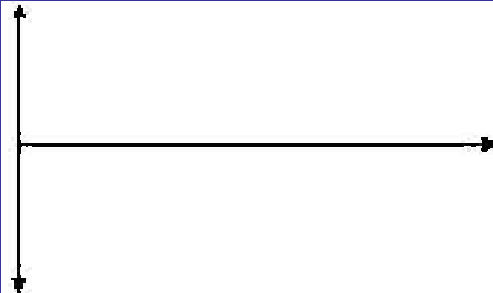
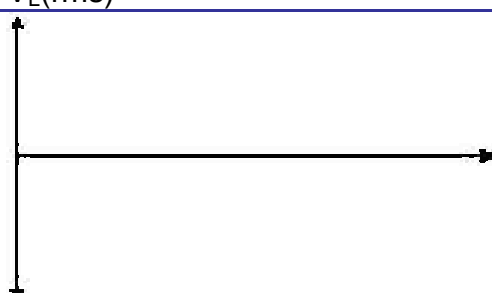
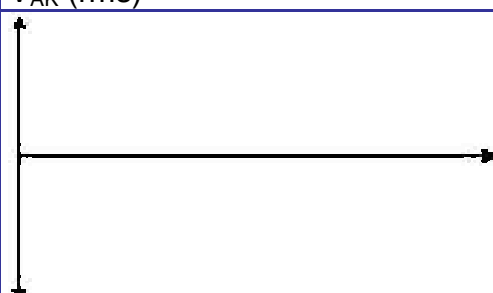
DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-21.1'deki devreyi deney seti üzerine kurunuz ve SCR'nin V_{AK} geriliminin dalga biçimini ölçmek ve incelemek için SCR'nin anot-katod terminalleri arasında bir osilaskop bağlayınız.

Osilaskobun gerekli kalibrasyon ayarlarını yapınız. P potansiyometresini kullanarak SCR ile faz kontrolü yapmaya çalışınız. Minimum ve maksimum faz kontrol açılarını osilaskop ile ölçerek sonuçları kaydediniz.

$$Q_T(\min) = \underline{\hspace{10cm}} \quad Q_T(\max) = \underline{\hspace{10cm}}$$

Potansiyometreyi kullanarak SCR'nin tetikleme açısını 90° ye ayarlayınız. SCR gerilimi (V_{AK}) ve yük geriliminin (V_L) dalga biçimlerini inceleyiniz ve şekil-21.2'de verilen grafik ekrana çiziniz.

Q_T	Yük Gerilimi (V_L)	SCR Gerilimi (V_{AK})
90°		
	$V_L(\text{rms}) =$	$V_{AK}(\text{rms}) =$
120°		
	$V_L(\text{rms}) =$	$V_{AK}(\text{rms}) =$

Şekil-21.2 SCR ve Yük Gerilimlerini Dalga Biçimleri

Yük gerilimi ve SCR geriliminin rms değerlerini voltmetre ile ölçerek ilgili yerlere kaydediniz.

SCR'nin tetikleme açısını 120° ye ayarlayınız. Yük (V_L) ve SCR (V_{AK}) gerilimlerinin dalga biçimlerini osilaskopta gözleyiniz ve dalga şekillerini orantılı olarak şekil-21.2'deki diyagrama çiziniz.

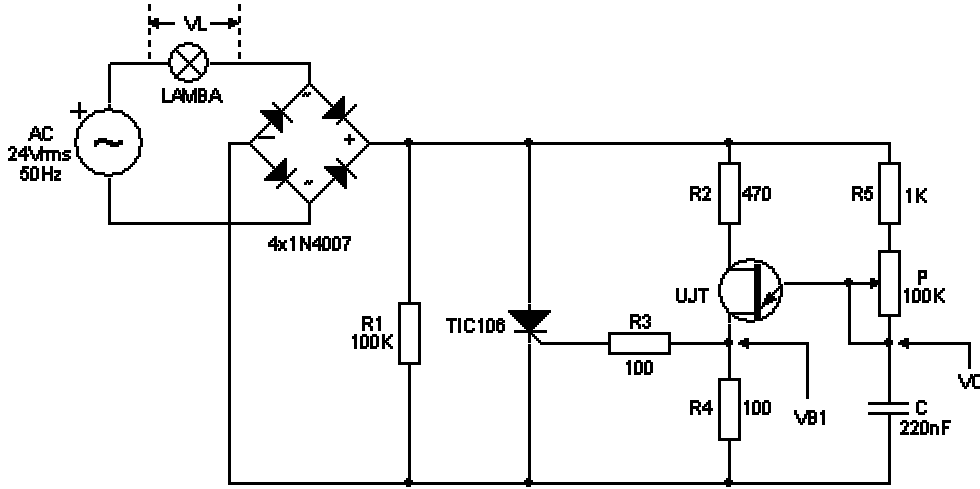
Yük ve SCR gerilimlerinin etkin (rms) değerlerini bir voltmetre ile ölçerek sonuçları şekil-21.2'deki ilgili yerlere kaydediniz.

DENEY: 2

TAM DALGA FAZ KONTROLÜ:

SCR ile yapılan tam dalga faz kontrol devresi en ekonomik ve popüler faz kontrol devresidir. Adından da anlaşılacağı gibi bu devre ile 360° derece faz kontrolü yapmak mümkündür.

Tamdalga faz kontrol devrelerinde tetikleme devresi olarak sıklıkla UJT'li relaksasyon osilatör devresi kullanılır. Şekil-21.3'de böyle bir devre verilmiştir. Devredeki tamdalga doğrultmaç devresi sayesinde SCR'ye daima doğru polarma uygulanmıştır.



Şekil-21.3 UJT Tetiklemeli Tam Dalga Faz Kontrol Devresi

SCR'nin tetikleme gerilimi ise UJT'li relaksasyon osilatörü tarafından üretilmektedir. Devredeki P ve C elemanları relaksasyon osilatörün osilasyon frekansını ayarlamakta kullanılır. Bu ise SCR'nin iletim açısını kontrol etmede önemli bir parametredir. UJT'nin B1 terminalinden R3 direnci ile SCR'nin geytine uygulanan tetikleme sinyali SCR'nin iletim açısını kontrol eder. İletim açısı UJT ile kontrol edilen SCR, yük akımını istenilen seviyede kontrol eder.

Şekil-21.3'deki deney devresinde; SCR ile Yapılan tam dalga faz kontrol gözlemlenmek amacı ile yük direnci yerine bir lamba konulmuştur. Dolayısıyla lambadan geçen akım SCR ile kontrol edilebilmekte ve lambanın parlaklığı istenilen ölçüde ayarlanabilmektedir. Çeşitli endüstriyel uygulamalarda bu devreyle farklı bir çok AC yük kontrol edilebilir.

DENEYİN YAPILIŞI

Şekil-21.3'deki tam dalga faz kontrol devresini deney seti üzerine kurunuz. Yük geriliminde yapılan faz kontrolünü gözlemlenmek için gerekli osilaskop bağlantısını yaparak, osilaskobun kalibrasyonunu yapınız.

P potansiyometresini maksimum ve minimum değerlere sıra ile ayarlayınız. Yük gerilimindeki değişimi osilaskopta gözleyiniz. P potunun değişimi ile lambanın parlaklığında meydana gelen değişimi gözlemleyiniz.

P potansiyometresinin maksimum ve minimum değerlerinde oluşan yük gerilimi ve SCR geriliminin dalga biçimlerini şekil-21.4'e orantılı olarak çizin ve bu gerilimlerin etkin değerlerini ölçerek kaydediniz. (Vrms)



Q_T	Yük Gerilimi (V_L)	SCR Gerilimi (V_{AK})
P Minimum		
P Maksimum		

Şekil-21.4 V_L ve V_{AK} Gerilimlerinin Dalga Biçimleri

Osilaskobun 1.kanalını V_C gerilimini, 2.kanalını ise V_{B1} gerilimini ölçecek şekilde bağlayınız. P potansiyometresinin minimum ve maksimum değerleri için elde ettiğiniz dalga biçimlerini şekil-21.5'e çiziniz.

Q_T	UJT'nin V_{B1} Gerilimi	V_C Gerilimi
P Minimum		
P Maksimum		

Şekil-21.5 V_C ve V_{B1} Gerilimlerinin Dalga Biçimleri



P potansiyometresini SCR'nin iletim açısı 90° olacak şekilde ayarlayınız. Bu konumda yük gerilimi (V_L) ve SCR gerilimi (V_{AK}) değerlerini osilaskopla ölçerek elde ettiğiniz dalga biçimlerini şekil-21.6'da verilen diyagramda ilgili yere orantılı olarak çiziniz.

P potansiyometresini SCR'nin iletim açısı 120° olacak şekilde ayarlayınız. Bu konumda yük gerilimi (V_L) ve SCR gerilimi (V_{AK}) değerlerini osilaskopla ölçerek elde ettiğiniz dalga biçimlerini şekil-21.6'daki diyagrama çiziniz.

Q_T	Yük Gerilimi V_{RL}	SCR Gerilim V_{AK}
90°		
	$V_L(rms) =$	$V_{AK}(rms) =$
180°		
	$V_L(rms) =$	$V_{AK}(rms) =$

Şekil-21.6 Çeşitli Faz Açılarında Dalga Biçimleri

SONUÇ:

Bu deneyde SCR'nin tetikleme gerilimi UJT'li relaksasyon osilatör ile sağlanmıştır. Bu devre diğer faz kontrol devresine nazaran daha kullanışlı ve verimlidir. Çünkü bir tam saykılta faz kontrolü yapılmıştır.

SORULAR:

UJT'li tam dalga faz kontrol devresinde faz kontrol açılarının minimum ve maksimum değerleri nedir? Belirtiniz?

Devrenin çalışmasını kısaca açıklayınız? Elemanların fonksiyonlarını belirtiniz? Devrede; köprü doğrultmaç devresi niçin kullanılmıştır? Açıklayınız?

Bu devre ile DC bir yükü kontrol edilebilmek için neler yapılmalıdır? şekil çizerek açıklayınız?

TRİYAK KARAKTERİSTİKLERİ

KONU:

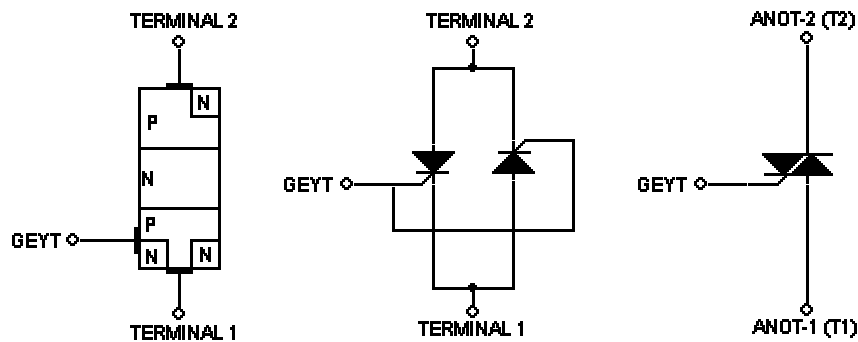
Slikon kontrollü devre elemanları grubundan Triyak'ın Karakteristikleri ve özellikleri incelenerek çeşitli uygulamaları tanıtılacaktır.

GEREKLİ DONANIM:

Güç Kaynağı: 24V AC, $\pm 15V$ DC
Trikak: TIC226D veya Muadili
Multimetre (sayısal veya analog)
Anahtar: 2 Adet
Direnç: $2 \times 100\Omega$, $2 \times 1K\Omega$, $10K\Omega$
Kondansatör: $1\mu F$, $2.2\mu F$

ÖN BİLGİ:

Trikak; yarı iletken devre elemanları ailesinden tristör grubuna dahil SCR'den geliştirilmiş üç uçlu aktif bir devre elemanıdır. şekil-22.1'de sembolü ve tristör eşdeğeri çizilmiştir.



Şekil-22.1 Triyak'ın Sembolü ve SCR eşdeğeri

Trikak; anot1 (T1), anot2 (T2) ve geyt olmak üzere üç adet terminale sahiptir. SCR gibi triyakta tetikleme sinyallerinin kontrolü altında büyük gerilim ve akımları kontrol etmek için kullanılır.



Triyak, iki adet SCR'nin ters yönde paralel bağlanması ile oluşturulmuştur ve ortak bir geyt'e sahiptir. (Şekil-22.1). AC gerilimin her iki alternasında faz kontrolü yapması elemanın en önemli özelliğidir.

Günümüzde endüstriyel uygulamalarda çok sık kullanılır. Özellikle aydınlatma ve ısıtma sistemlerinde, motor ve güç kontrolünde yaygın olarak kullanılır. Çok yüksek akım ve gerilim değerlerinde çalışabilen yüzlerce tip triyak vardır. Özellikleri ve karakteristikleri üretici kataloglarından temin edilebilir.

DENEY: 1

OHMMETRE İLE TEST:

Bu deneyde Triyak'ın ohmmetre ile sağlamlık testi yapılacak ve terminallerinin bulunması incelenecektir.

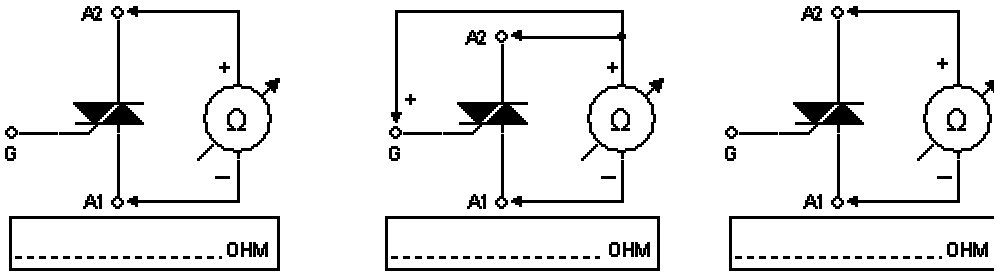
ÖN BİLGİ:

Triyak'ta tıpkı SCR'ye benzer şekilde test edilebilir. Ohmmetrenin pozitif ucu triyak'ın A_2 terminaline, negatif ucu ise A_1 terminaline bağlanırsa ohmmetre çok yüksek bir direnç değeri (yaklaşık sonsuz) gösterir. Çünkü Triyak tetiklenmemiştir ve kesimdedir. Aynı bağlantı korunarak ohmmetrenin pozitif ucu geyt'e temas ettirilirse triyak tetiklenir ve ohmmetreden küçük bir direnç değeri okunur. Daha sonra geyt'e yapılan bu bağlantı iptal edilse dahi triyak iletime devam edecektir. Triyak'ın terminal ve sağlamlık testi, Şekil-22.2 ve 22.3'de gibi çeşitli durumlar için verilmiştir. Sırayla yapalım.

DENEYİN YAPILIŞI:

Analog Multimetrenin Ohm kademesinde (x1) gerekli kalibrasyonu yaparak ölçme işlemi için hazırlayınız.

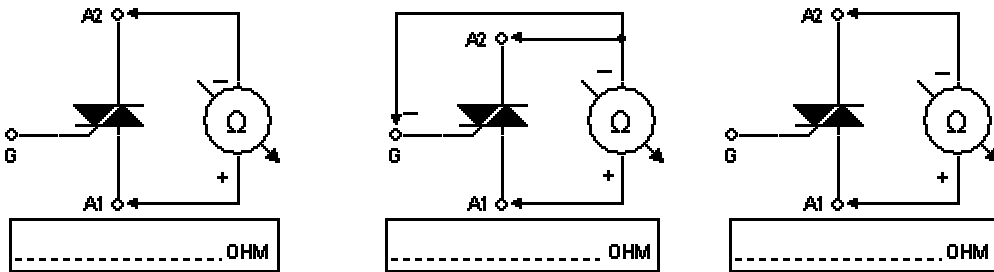
Şekil-22.2.a'daki bağlantıyı yaparak sonucu ohmmetre'de gözleyiniz ve ilgili yere kaydediniz.

**Şekil-22.2 Triyak'ın Ohmmetre İle Testi**

Aynı bağlantıyı koruyarak ohmmetrenin pozitif ucunu bir kabloyla triyak'ın geytine şekil-22.2'deki gibi bağlayınız. Ohmmetrede elde ettiğiniz sonucu okuyarak ilgili yere kaydediniz.

Geyt'e uyguladığınız tetiklemeyi iptal ediniz. (şekil-22.2.c) Sonucu ohmmetrede gözleyerek ilgili yere kaydediniz.

Şekil-22.3'deki bağlantıyı kurunuz ve sonucu ohmmetreden gözleyerek kaydediniz. Şekil-22.3'deki bağlantıları bir önceki deneydeki gibi sıra ile yapınız ve sonuçları ohmmetreden okuyarak kaydediniz.

**Şekil-22.3 Triyak'ın Ohmmetre İle Test Edilmesi**

DENEY: 2

TRİYAK'I TETİKLEME ŞEKİLLERİ:

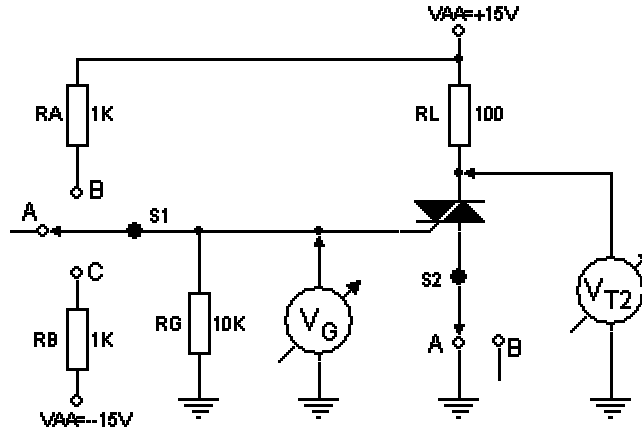
Bu deneyde triyak'ı tetikleme (iletme geçirme) modelleri incelenerek, çalışması araştırılacaktır.

ÖN BİLGİ:

Triyak'ın tetiklenmesi geyt terminalinden uygulanan bir sinyal ile yapılmaktadır. Bu sinyalin polaritesi, A_1 ve A_2 terminallerinin polaritesine bağlı olarak seçilir. A_1 terminali referans olarak alınır başlıca 4 tip tetikleme modeli vardır. Bunlar aşağıda sıra ile belirtilmiştir. A_1 referans olarak alınırsa;

- A_2 terminali pozitif, geyt pozitif
- A_2 terminali pozitif, geyt negatif
- A_2 terminali negatif, geyt pozitif
- A_2 terminali negatif, geyt negatif

Polaritelerde olmalıdır. Bu bölümde triyak'ın nasıl tetiklendiğini, tetiklenme bölgelerini ve polaritelerini ayrıntılı bir şekilde test edeceğiz. Test işlemlerinde şekil-22.4'deki deney devresinden yararlanacağız.



Şekil-22.4 Triyak'ı Tetikleme Metodları

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-22.4'deki devreyi deney seti üzerine kurunuz. S_1 ve S_2 anahtarlarının A konumunda olduğundan emin olunuz. Anahtarların öncelik sırası önemlidir. Triyak'ın kesimde olduğundan emin olunuz. Triyak kesimde değilse anahtarların öncelik sırasından kaynaklanıyordur. Bu nedenle; S_1 anahtarı A konumunda iken S_2 anahtarını önce B sonra tekrar A konumuna alınız.

S_1 ve S_2 anahtarları A konumunda iken V_G ve V_{T2} gerilimlerini ölçerek sonuçları tablo-22.1'deki ilgili yere kaydediniz. Triyak'ın durumunu ölçme sonuçlarında elde ettiğiniz değerlere göre yorumlayınız. Triyak'ın durumu için görüşünüzü (iletimde veya kesimde) tablo-22.1'deki ilgili satıra kaydediniz.

S2 anahtarı A konumunda kalmak koşuluyla sadece S₁ anahtarını B konumuna alınız. V_G ve V_{A2} gerilimlerini ölçerek sonuçları tablo-22.1'e kaydediniz. Triyak'ın durumunu bu sonuçlara göre yorumlayınız ve tablodaki ilgili yere iletimde veya kesimde olduğunu belirtiniz.

S₁ anahtarını tekrar A konumuna alınız. Ölçmeleri tekrarlayınız. Sonuçları ve triyak'ın durumunu tablo-22.1'deki ilgili yerlere kaydediniz.

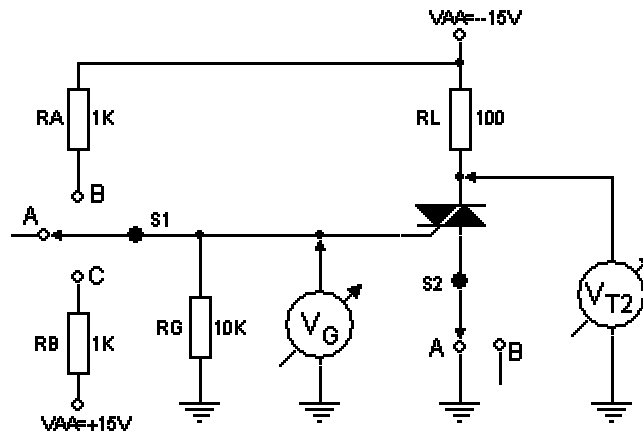
S₁ anahtarını B konumuna alıp sonra tekrar A konumuna alınız. Sonuçları tabloya kaydediniz.

Tablo-22.1'de belirtilen bütün konumlar için deneyi tekrarlayınız. Sonuçları tablo-22.1'deki ilgili yerlere kaydediniz.

S1'in DURUMU	S2'nin DURUMU	V _G	V _{T2}	Triyak'ın DURUMU
A	A			
B	A			
A	A			
A	A → B → A			
C	A			
A	A			
A	A → B → A			

Tablo-22.1 Triyak Tetikleme Yöntemleri Bilgi Tablosu

Triyak'ın tetiklenmesini tüm boyutları ile incelemek amacı ile Şekil-22.4'deki devrede güç kaynaklarının (VAA) yönlerini değiştiriniz ve devreyi şekil-22.5'deki gibi yeniden düzenleyiniz.



Şekil-22.5 Triyak'ı Tetikleme Metodları



S_1 ve S_2 anahtarlarını tablo-22.2'de verilen konumlara sıra ile ayarlayınız. Her konum için V_G ve V_{A2} gerilimlerini ölçerek sonuçları tablodaki ilgili yerlere kaydediniz. Elde ettiğiniz sonuçlara göre triyak'ın durumunu (iletimde veya kesimde) yorumlayarak sonucu tablo-22.2'deki ilgili yerlere kaydediniz.

S1'in DURUMU	S2'nin DURUMU	V_G	V_{T2}	Triyak'ın DURUMU
A	A			
B	A			
A	A			
A	$A \rightarrow B \rightarrow A$			
C	A			
A	A			
A	$A \rightarrow B \rightarrow A$			

Tablo-22.2 Triyak Tetikleme Modelleri Bilgi Tablosu

ÖZET:

Triyak'ın terminalleri ve sağlamlığı bir ohmmetre yardımı ile test edilebilir. Test için gerekli bağlantı ve ölçmeler yukarıda anlatılmıştır.

Triyak'ın tetiklenme modelleri araştırılmış ve çeşitli tetikleme modellerinde Triyak'ın davranışları incelenmiştir. Deney sonuçlarından da görüleceği üzere Triyak'ın bir çok farklı tetikleme tipi mevcuttur.

SORULAR:

Triyak tetiklenmeden önce neden yüksek bir direnç değeri gösterir? Açıklayınız?
Triyak'ın ohmmetre ile hangi özelliklerini test edebiliriz? Açıklayınız?
Triyak'ın tetikleme modelleri hakkında ayrıntılı bilgi veriniz?

TRİYAK UYGULAMALARI

KONU:

Bu bölümde triyak'la gerçekleştirilen çeşitli uygulamalar tanıtılıp, triyakla faz kontrolü yapılacaktır

GEREKLİ DONANIM:

Güç Kaynağı: 24V AC
Osilaskop (Çift Kanallı)
Transformatör N=1/2
Diyot: 4x1N407
UJT: 2n2646
Ampül: 23V (Akkor Flemanlı)
Diyak: 33V
Direnc: 2x100Ω 2x1KΩ 470Ω
Potansiyometre: 10KΩ
Kondansatör: 1μF 2,2μF

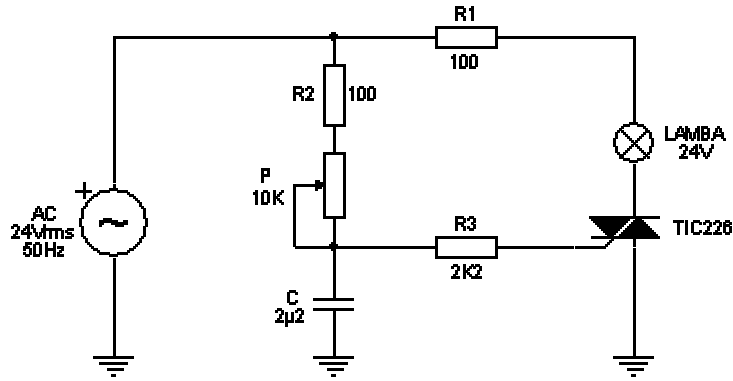
DENEY: 1

TRİYAK'LA FAZ KONTROLÜ-I

Bu deneyde Triyak'ın AC gerilimde çalışmasına örnek olarak bir kondansatör ile tetikleme açısı ayarlanabilen faz kontrol devresi incelenecektir.

ÖN BİLGİ:

Bilindiği gibi triyak çift yönlü SCR gibi çalışır. Bir tam saykılın pozitif ve negatif alternanslarında triyak'la faz kontrolü yapmak mümkündür. Şekil-23.1'de bir kondansatör yardımı ile yapılan faz kontrol devresi görülmektedir. Devrede faz kontrolü P potansiyometresi ve C kondansatörü yardımı ile yapılmaktadır. R₁ direnci lambanın ömrünü uzatmak amacı ile konulmuştur.



Şekil-23.1 Triyak'la Faz Kontrol Devresi

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-23.1'deki devreyi deney seti üzerine kurunuz. Devreye güç uygulayınız. Triyak'ın tetikleme açısını P potansiyometresi ile minimumdan maksimuma kadar ayarlayınız. Lamba üzerinde faz kontrolünü gözlemleyiniz. Lambanın Parlaklığında değişim oluyor mu? Neden? Açıklayınız?

Triyak'ın iletim açısının maksimum ve minimum değerlerini osilaskop ile ölçerek elde ettiğiniz sonucu kaydediniz.

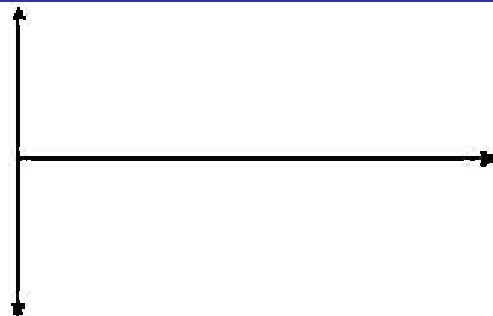
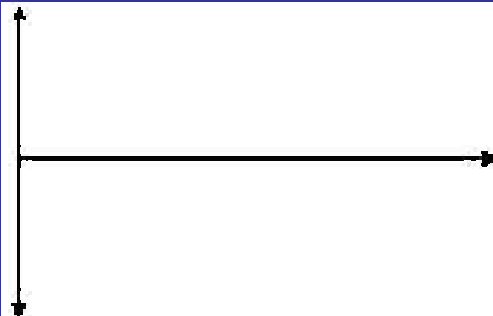
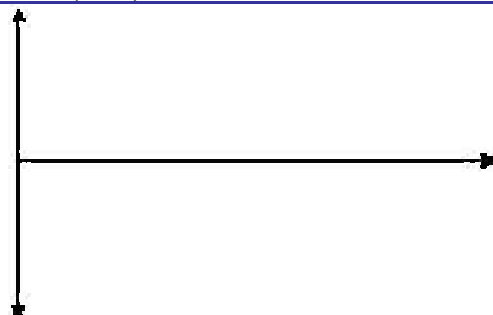
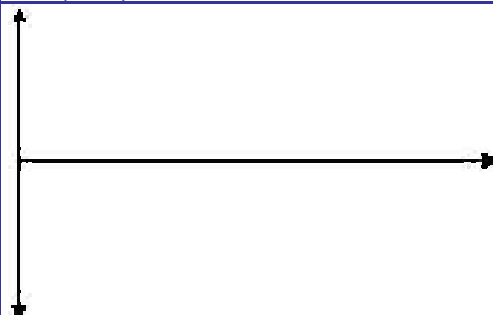
$$Q_{T(min)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Q_{T(max)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Soru: Triyak'ın tetikleme veya iletim açıları pozitif ve negatif alternanslar için simetrik midir? Neden? Açıklayınız?

P potansiyometresinin minimum ve maksimum değerleri için yük gerilimindeki değişimi osilaskop ile gözlemleyiniz.

Not: Yük gerilimi, lamba ve ona seri bağlı 100 ohm'luk direnç üzerindeki gerilimdir. Bu durumu dikkate alarak ölçmeyi bu iki eleman üzerinde yapınız. Triyak'ın iletim açısını şekil-23.2'de belirtilen 90^0 'ye ayarlayınız. Yük geriliminin (V_L) ve Triyak geriliminin (V_{A2}) dalga biçimlerini osilaskopta gözleyerek şekil-23.2'deki ilgili yere orantılı olarak çiziniz.

QT	VA2 DALGA BİÇİMİ	VL DALGA BİÇİMİ
900		
	VA2(rms) =	VL (rms)=
1200		
	VL(rms) =	VAK (rms)=

Şekil-23.2 Faz Kontrol Devresinin Dalga Biçimleri

Yük gerilimi ve V_{A2} geriliminin V_{rms} değerlerini bir voltmetre ile ölçerek şekil-23.2'deki ilgili yere kaydediniz.

Triyak'ın iletim açısını P ile 120^0 'ye ayarlayınız. Yük geriliminin (V_L) ve Triyak geriliminin (V_{A2}) dalga biçimlerini osilaskopta gözleyerek ilgili yere orantılı olarak çiziniz. Yük gerilimi ve V_{A2} geriliminin V_{rms} değerlerini bir voltmetre ile ölçerek şekil-23.2'deki ilgili yere kaydediniz.

ÖZET:

Triyakla bir tam saykıl (360^0) boyunca güç kontrolü yapmak mümkündür. Uygulaması yapılan devrede triyak'ın tetikleme açısı, P potansiyometresi ve C kondansatörü yardımı ile ayarlanabilmektedir.

Bu devre, bu haliyle hassas uygulamalar için yeterli değildir. Hassas güç kontrolü gerekmeyen uygulamalar da bu devre rahatlıkla kullanılabilir.

Deneylerde kontrol edilen gerilim ve akımlar, güvenlik açısından düşük değerlerde tutulmuşlardır. Triyakla çok büyük akım ve gerilimlerin kontrolünün yapılabildiği unutulmamalıdır.



DENEY: 2

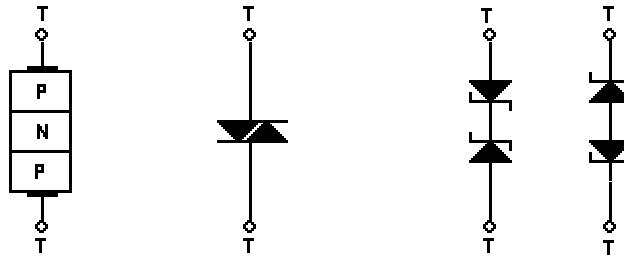
TRİYAK'LA FAZ KONTROLÜ-II

Bu deneyde Bir **Diyak**'la tetiklenen Triyak'la yapılan Faz kontrol devresi incelenecektir.

ÖN BİLGİ:

Bu deneyde Triyak'ı tetiklemek için bir **Diyak** kullanılmıştır. Diyak, çift yönlü tetikleme diyodu olarak tanımlanan tristör grubuna dahil aktif bir devre elemanıdır. Diyak uçlarına uygulanan gerilim, diyak kırılma gerilimi değerini aştığında tetiklenerek iletme geçer. Gerilimin polaritesi önemli değildir. Çünkü diyak belirtildiği gibi çift yönlü iletme geçebilir.

Diyak'ı basitçe sırt sırta seri bağlanmış ters yönlü iki zener diyot gibi düşünebiliriz. Şekil-23.3'de diyak'ın yapısı, sembolü ve eşdeğer devresi verilmiştir.



Şekil-23.3 Diyak'ın Yapısı, Sembolü ve Eşdeğer Devresi

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-23.4'deki devreyi deney seti üzerine kurunuz. Başlangıçta devreye enerji uygulamayınız.

Triyak'ın iletim açısını ölçmek için A_2 ve A_1 terminalleri arasında bir osilaskop bağlayınız. Devreye enerji uygulayınız.

P potansiyometresini minimum ve maksimum konumlara alarak Triyak tetikleme geriliminin minimum ve maksimum değerlerini osilaskopla gözleyiniz ve sonuçları kaydediniz.

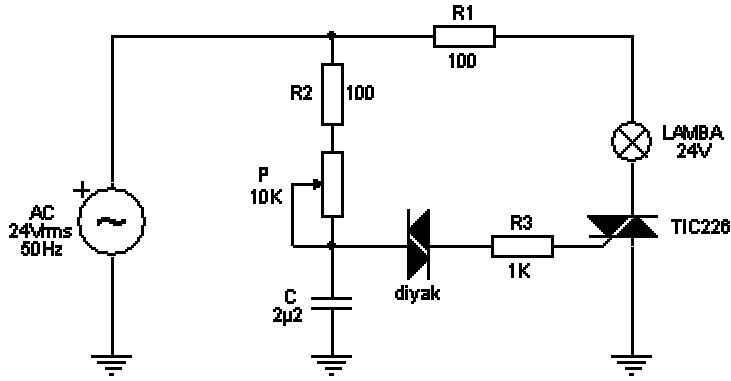
$$Q_{T(\min)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Q_{T(\max)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Soru: Triyak'ın iletim açıları pozitif ve negatif alternanslar için simetrik midir? Neden? Açıklayınız?

P potansiyometresinin minimum ve maksimum değerleri için yük gerilimindeki değişimi de yük üzerine bir osilaskop bağlayarak gözlemleyiniz.

Not: Yük gerilimi, lamba ve ona seri bağlı 100 ohm'luk direnç üzerindeki gerilimdir. Ölçmeyi bu durumu dikkate alarak yapınız.



Şekil-23.4 Triyak'la Faz Kontrolü

QT	Yük Gerilimi (VL)	SCR Gerilimi (VAK)
900		
	VL(rms) =	VAK (rms)=
1200		
	VL(rms) =	VAK (rms)=

Şekil-23.5 Triyak'la Faz Kontrol Bilgi Tablosu

Triyak'ın iletim açısını şekil-23.5'de belirtilen 90^0 'ye ayarlayınız. Yük geriliminin (V_L) ve Triyak geriliminin (V_{A2}) dalga biçimlerini osilaskopta gözleyerek şekil-23.5'deki ilgili yere orantılı olarak çiziniz.



Yük gerilimi ve V_{A2} geriliminin V_{rms} değerlerini bir voltmetre ile ölçerek şekil-23.5'deki ilgili yere kaydediniz.

Deneyi, şekil-23.5'da belirtilen her iletim açısı için tekrarlayınız. Elde ettiğiniz gerilimlerin dalga biçimlerini ilgili yerlere çiziniz. Elde ettiğiniz gerilimlerin rms değerlerini de ölçerek ilgili yerlere kaydediniz.

ÖZET:

Bu deneyde triyak'la yapılan ve diyak'la tetiklenen bir faz kontrol devresi incelenmiştir. Bu devre bir önceki uygulama devresine nazaran daha kullanışlı ve hassastır. Bu yüzden bir çok uygulamada tercih edilir.

Yaptığımız deneyde kontrol edilen AC gerilim değeri sınırlı tutulmuştur. Bu durum Diyak kırılma gerilimi değerinin bazı durumlarda altında kaldığından faz kontrolünü maksimum değerlerde yapmak mümkün olmamıştır. Bu durumu dikkate alınız. Çok büyük akım ve gerilim değerlerinde güç kontrolü yapılabileceğini hatırlayınız.

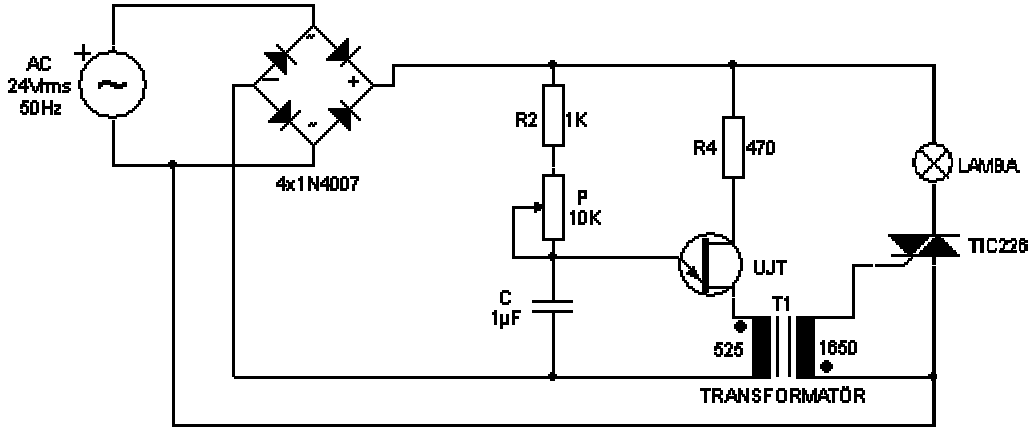
DENEY: 3

TRİYAK'LA FAZ KONTROLÜ-III

Bu deneyde Triyak'la tam dalga faz kontrolü gerçekleştirilecektir. Triyak'ın Faz kontrol açısı; bir relaksasyon osilatör devresi ile pals transformatörü üzerinden tetiklenerek yapılacaktır.

ÖN BİLGİ:

Bir çok uygulamada Triyak'ın faz kontrol devresini şebekeden yalıtım amacıyla ile pals transformatörü kullanılır.



Şekil-23.6 Triyakla Gerçekleştirilen Tam Dalga Faz Kontrol Devresi

Pals transformatörü hassas uygulamalar için önemli bir gelişmedir. Şekil-23.6'deki devre dikkatle incelenirse tetikleme elemanı olarak bir UJT'li relaksasyon osilatör devresi kullanılmıştır.

Relaksasyon osilatör devresinin besleme gerilimi ise köprü tipi doğrultmaç devresi ile sağlanmıştır. Relaksasyon osilatör devresinin çıkış işareti triyak'ı tetiklemek amacı ile bir pals transformatörü üzerinden triyak'ın geytine uygulanmıştır.

Deneyde güvenlik amacı ile alçak akım ve gerilimlerde çalışma yapılmıştır. Bu durum dikkate alınmalıdır.

DENEYİN YAPILIŞI:

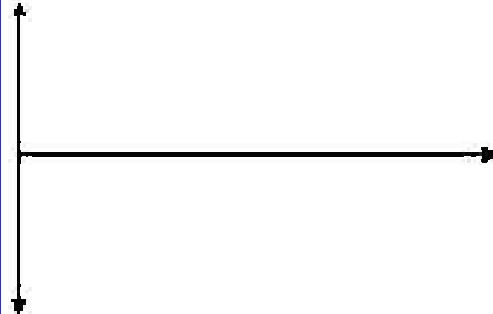
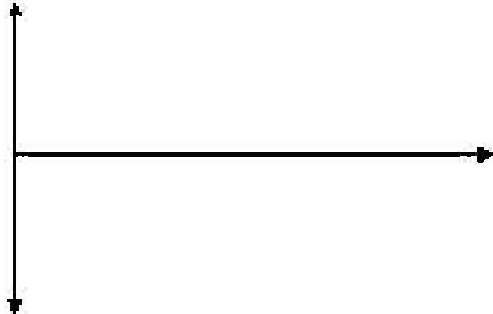
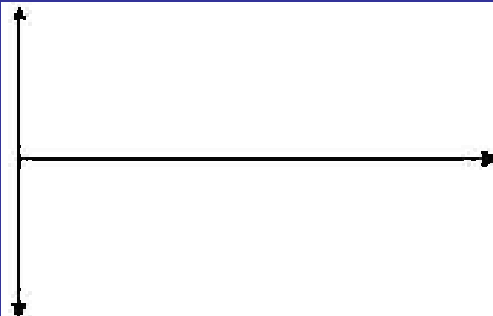
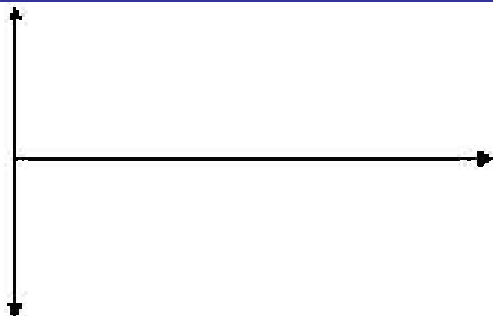
Şekil-23.6'deki devreyi deney seti üzerine kurunuz. Bağlantıyı yaparken transformatör uçlarının doğru bağlandığına emin olunuz ve devreye güç uygulayınız. P potansiyometresini kullanarak triyak'ın iletim açısını minimum ve maksimum değerler için osilaskop ve lamba yardımıyla gözlemleyiniz. İletimin açısının maksimum ve minimum açı değerlerini ölçerek kaydediniz.

$$Q_{T(min)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Q_{T(max)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Şekil-23.7'de belirtilen her tetikleme açısının değerini P potansiyometresi ile sağlayınız.

Sağladığınız bu değer altında şekil-23.7'de istenilen ölçmeleri osilaskop ve voltmetre kullanarak yapınız.

QT	Yük Gerilimi (VL)	SCR Gerilimi (VAK)
900		
	VL(rms) =	VAK (rms)=
1200		
	VL(rms) =	VAK (rms)=

Şekil-23.7 Triyak'la Güç Kontrolü Bilgi Tablosu

Elde ettiğiniz dalga biçimlerini ve gerilim değerlerini şekil-23.7'de belirtilen yerlere orantılı olarak çiziniz ve kaydediniz.

Soru: Tetikleme açısı pozitif ve negatif alternanslar için simetrikmidir? Neden? Açıklayınız?

ÖZET:

Uygulaması yapılan güç kontrol devresi triyakla yapılan en popüler güç kontrolüdür. Bu devrede güç kaybı minimumdur ve hassas bir kontrol yapılmıştır. Devrede kullanılan elemanların ve kullanıcının güvenliği maksimum ölçüde sağlanmıştır.

SORULAR:

SCR ile Triyak arasındaki farkları belirtiniz? Avantajları ve dezavantajlarını yazınız? Triyak'la yapılan güç kontrol devrelerine uygulama örnekleri veriniz? Örnek bir devre şemasını çizerek çalışmasını kısaca anlatınız?

Diyağ'ın çalışmasını anlatınız ve akım-gerilim karakteristiğini çiziniz?

TRANSİSTÖRLÜ GERİLİM REGÜLATÖRLERİ

KONU:

Gerilim regülasyonunu gerçekleştirmek amacıyla, Transistörlü Seri Gerilim Regülatörlerinin Özellikleri çalışmaları incelenecektir.

GEREKLİ DONANIM:

Güç Kaynağı: 12 VDC
Osiloskop (çift kanallı)
Sayısal veya Analog Multimetre
Transformatör: 220V/ 12V
Transistör: 3xBC108C, BD135
Zener Diyot: ZD6. 2
Silisyum Diyot: 1N4007
Direnç: 1KW, 2K2W, 4K7W, 10KW
Potansiyometre: 10KW
Kondansatör: 22nF, 0.1mF, 100mF, 47mF

ÖN BİLGİ:

Regüle işleminin amacı belli bir elektriksel büyüklüğü (gerilim veya akım) dış etkilerden bağımsız olarak sabit tutulabilmektedir. Regüleli bir gerilim kaynağının çıkış gerilimi, çıkış akımı ve yükten bağımsız olmalıdır. Örneğin 12V'luk sabit gerilim üreten regüleli bir gerilim kaynağının çıkış gerilimi daima 12V olmalıdır. Çıkış akımından, yükten veya diğer bir takım faktörlerden etkilenmemelidir. Regüle işleminin yapılabilmesi için, regüle edilecek büyüklük sürekli ölçülmek zorundadır. Ölçülen bu değer (o anki değer) olması istenilen gerçek değerle karşılaştırılarak gerekli düzenleme (regüle) yapılır. Olması istenen değer için bir referans gerilimi gereklidir. Referans gerilimi genellikle bir zener diyotla sağlanır. Zener diyot, regüle işlemi için tek başına yeterli değildir. Zener diyotla elde edilen referans gerilim, diğer bir takım yarıiletken devre elemanları kullanılarak geliştirilir. ile geliştirilerek regüle işlemi gerçekleştirilir.

Regüle işlemi gerilim için yapıldığı gibi akım içinde yapılabilir. Bu bölümde gerilimi kararlı kılmak için gerçekleştirilen regülatör devreleri incelenecektir. Seri ve paralel olmak üzere iki tip Transistörlü gerilim regülatörü vardır. Regülatör devresinin yüke seri veya paralel olması regülatörün tipini belirler. Paralel gerilim regülatörleri boşta akım çekmeleri, çok güç harcamaları vb nedenlerden ötürü pek tercih edilmezler. Regüle devrelerine, çıkış akımını istenilen seviyede sınırlamak amacı ile bir takım ilave düzenekler eklenebilir.

DENEY:1**SERİ GERİLİM REGÜLATÖRÜ-I**

Bu deneyde zener diyot ve transistör yardımı ile gerçekleştirilen temel bir seri gerilim regülatörü devresi incelenecektir.

ÖN BİLGİ:

Örnek bir transistörlü seri gerilim regülatörü devresi şekil-24.1'de görülmektedir. Bu devrede regülasyon transistörü yüke seri bağlanmıştır. Regülatör çıkış gerilimi V_o ; Transistörün beyz-emiter gerilimi (V_{BE}) ile zener geriliminin toplamına eşittir.

$$V_o = V_Z + (-V_{BE})$$

Çıkış yük akımı ise, seçilen transistörün beyz akımını sağlaması şartı ile;

$$I_{O(max)} = \beta(I_{Z(max)} - I_{Z(min)})$$

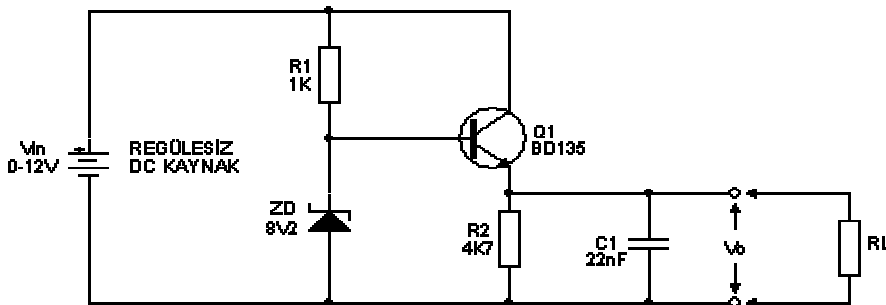
değerinde olur. R1 direnci, transistörün beyz akımını ve zenerin kırılma gerilimini sağlar. Değeri yaklaşık olarak;

$$R_1 = \frac{V_{in} - V_Z}{I_Z + I_{B(max)}}$$

formülünden bulunur. Bu formülde transistörün maksimum beyz akımı;

$$I_{B(max)} = \frac{I_{O(max)} (= I_{C(max)})}{\beta}$$

değerine eşittir. Regüle işleminin gerçekleşebilmesi için, giriş gerilimi (V_{in}) değerinin $V_Z + V_{BE}$ değerinden mutlaka daha büyük olmalıdır.



Şekil-24.1 Transistörlü Seri Gerilim Regülatörü

**DENEYİN YAPILIŞI:**

Şekil-24.1'deki transistörlü seri gerilim regülatörü devresini devreyi deney seti üzerine kurunuz. Başlangıçta RL yük direncini devreye bağlamayınız.

Regülatör giriş gerilimini (V_{in}) tablo-24.1'de verilen +5v değerine ayarlayınız. Bu durumda regüle devresinin çıkış gerilimini (V_o) ölçerek sonucu tablo-24.1' deki ilgili yere kaydediniz.

V_{in} (v)	5	6	7	8	9	10	11	12
V_o (v)								

Tablo-24.1 Transistörlü Seri Gerilim Regülatöründe Veriler

Tablo-24.1' de verilen giriş gerilimlerini (V_{in}) regülatör girişine sıra ile uygulayınız. Uyguladığınız her değer için çıkış gerilimini ölçerek sonuçları tablo-24.1' e kaydediniz.

Şekil-24.1'deki seri gerilim regülatör devresini çeşitli yükler altında incelemek için regülatör giriş gerilimini 12V yapınız. ($V_{in}=12V$)

Regülatör çıkışına 1KW' luk yük direnci bağlayınız. ($R_L=1KW$) 1KW' luk yük altında regülatör çıkış gerilimini (V_o) ölçerek sonucu tablo-24.2'deki ilgili yere yazınız. Regülatör çıkışındaki yük direncini 800W yapınız. Çıkış geriliminin aldığı değeri ölçerek sonucu tablo-24.2'ye kaydediniz.

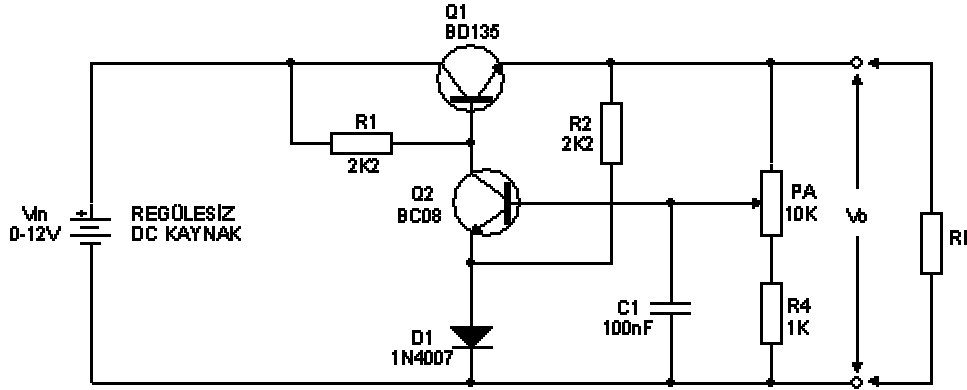
$V_{in} = 12$ Volt										
RL (K Ω)	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
V_o (v)										

Tablo-24.2 Transistörlü Seri Gerilim Regülatörünün Yük Altında Davranışı

Bu deneyi tablo-24.2' de belirtilen her RL değeri için gerçekleştiriniz. Elde ettiğiniz sonuçları tablodaki ilgili yerlere yazınız.

DENEY:2**SERİ GERİLİM REGÜLATÖRÜ-II**

Bu deneyde çıkış gerilimi ve akımı ayarlanabilen bir önceki uygulamadan geliştirilmiş seri gerilim regülatörü incelenecektir. İncelenmesi yapılacak transistörlü seri gerilim regülatörü devresi şekil-24.2'de verilmiştir. Regülatör devresinin çıkış gerilimi PA potansiyometresi ile ayarlanabilmektedir.



Şekil--24.2 Transistörlü Seri Gerilim Regülatörü Devresi

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-24.2'deki regülatör devresini deney seti üzerine kurunuz ve Regülatör giriş gerilimini 12V ayarlayınız ($V_{in}=12V$)

Regülatör çıkış gerilimini (V_o), PA potansiyometresini kullanarak 3V'a ayarlayınız. ($V_o=3V$)

Tablo-24.3' de verilen değere uygun olarak (12V, 11V, 10V, 9V, 8V, 7V) giriş gerilimini değiştiriniz. Bu durumda her V_{in} gerilimi için çıkış gerilimini ölçerek Tablo-24.3' deki ilgili yere kaydediniz.

PA potansiyometresini kullanarak regülatör çıkış gerilimini 6V'a ayarlayınız. ($V_o=6$) Giriş geriliminin değerini tablo-24.3'de belirtilen değerlere sıra ile ayarlayınız. Her V_{in} giriş gerilimi değeri için, çıkış gerilimindeki değişimi gözleyiniz ve ölçünüz. Elde ettiğiniz sonuçları tablo-24.3' deki ilgili yerlere yazınız.

Aynı deneyi $V_o=9V$ değeri içinde tekrarlayınız. Elde ettiğiniz sonuçları tablo-24.3'deki ilgili yere kaydediniz.

Giriş gerilimi değişiminin, çıkış geriliminde oluşturduğu değişimi oransal olarak hesaplayınız ve sonucu tablo-24.3 deki ilgili yere kaydediniz.

$$\text{regülasyon oranı} = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_{in}}$$

V _{in} (v)	V _o (v)	$\Delta V_o/\Delta V_{in}$	V _o (v)	$\Delta V_o/\Delta V_{in}$	V _o (v)	$\Delta V_o/\Delta V_{in}$
12	3		6		9	
11						
10						
9						
8						
7						

Tablo-24.3 Transistörlü Seri Gerilim Regülatörünün Verileri

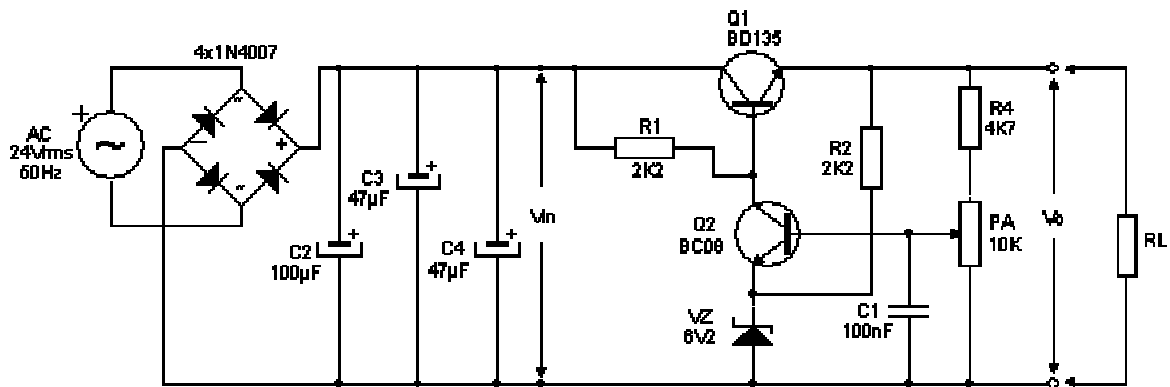
DENEY: 3**SERİ GERİLİM REGÜLATÖRÜ-III**

Bu deneyde AC gerilimi DC gerilime dönüştüren ve çıkış gerilimi ayarlanabilen bir gerilim regülatörü devresi incelenecektir.

ÖN BİLGİ:

Önceki deneylerde seri gerilim regülatörlerinin çeşitli özelliklerini inceledik. Bu bölümde şebekeden alınan AC gerilimi doğrultup regüle işlemine tabi tutacağız. Bunun için gerekli devre bağlantısı şekil-24.3'de verilmiştir.

Şebekeden alınan 24 Vrms değerine sahip AC gerilim, köprü tipi bağlanmış diyotlarla doğrultulur ve C1, C2, C3 kondansatörleri ile filtre edilir. Filtrenin kaliteli olması amacı ile 3 adet kondansatör kullanılmıştır. İstenirse yüksek değerli tek bir kondansatör kullanılabilir (1000mF, 2200mF gibi). Regülatör devresinin diğer kısımlarını ise önceki deneylerimizde incelemiştik.



Şekil--24.3 Çıkış Gerilimi Ayarlanabilen Transistörlü Seri Gerilim Regülatörü Devresi



DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-24.4'de görülen regülatör devresini deney seti üzerine kurunuz. Bağlantı yaparken kondansatör kutuplarına dikkat ediniz. Başlangıçta çıkışa RL yük direnci bağlamayınız.

PA ayarlı direncini kullanarak çıkış gerilimini minimum ve maksimum değerler arasında değiştiriniz. Çıkış geriliminin aldığı minimum ve maksimum değerleri ölçerek not ediniz.

V_o (max)=_____ volt.

V_o (min)=_____ volt

Çıkış gerilimini $V_o=10V$ olacak şekilde PA potansiyometresini ayarlayınız. Tablo-24.4 de verilen değerlere uygun olarak çıkışa çeşitli yükler (RL) bağlayarak, bu durumda V_{in} ve V_o gerilimlerini ölçünüz. Elde ettiğiniz sonuçları tablo-24.4'deki ilgili yerlere kaydediniz.

	Vo=10V İçin Ölçmeler				
RL (Ω)	Vo (v)	V _{or} (v)	V _{in} (v)	V _{ir} (v)	Rıplı Oranı
1000	10V				
470					
330					
220					
100					

Tablo-24.4 Transistörlü Seri Gerilim Regülatörünün Verileri (Vo=10V)

Giriş ve çıkış işaretlerinde oluşan rıplı faktörlerini (V_{or} ve V_{ir}) osiloskopta ölçünüz. Sonuçları tablo-24.4'deki ilgili yerlere kaydediniz. Her yük direnci için rıplı oranını hesaplayarak sonuçları ilgili yerlere kaydediniz.

NOT: Rıplı faktörünün hesaplanabilmesi için gerekli formüller aşağıda verilmiştir. Bu formülleri kullanabilirsiniz.

$$\text{Rıplı Oranı} = \frac{V_o}{V_{in}} \cdot \frac{V_{ir}}{V_{or}}$$

Regülatör çıkış gerilimini PA potansiyometresi ile 15V' a ayarlayınız. Bir önceki deneyi aynı şekilde tekrarlayıp sonuçları tablo-24.5'deki ilgili yerlere kaydediniz.



Vo=15V için Ölçmeler					
RL (Ω)	Vo (v)	Vor (v)	Vin (v)	Vir (v)	Rıplı Oranı
1000	15V				
470					
330					
220					
100					

Tablo-24.5 Transistörlü Seri Gerilim Regülatörünün Verileri (Vo=15V)

Aynı deneyi Vo=20V değeri içinde tekrarlayınız. Elde ettiğiniz sonuçları tablo-24.6'daki ilgili yerlere kaydediniz.

Vo=20V için Ölçmeler					
RL (Ω)	Vo (v)	Vor (v)	Vin (v)	Vir (v)	Rıplı Oranı
1000	20V				
470					
330					
220					
100					

Tablo-24.6 Transistörlü Seri Gerilim Regülatörünün Verileri

ÖZET:

Belli bir gerilim değerini, tüm dış etkenlerden bağımsız kılarak kararlı hale getirmek için gerilim regülatörleri kullanılır. Gerilimi kararlı bir hale getirmenin pratik bir yolu transistörlü gerilim regülatörleridir.

Transistörlü gerilim regülatörleri, seri ve paralel olmak üzere iki temel yapıya ayrılırlar. Bu bölümde bölümde yaygın olarak kullanımlarından ve avantajlarından ötürü seri gerilim regülatörleri incelenmiştir.

SORULAR:

Gerilimi regüle etme işlemi niçin gereklidir? Açıklayınız.

Seri ve paralel gerilim regülatörlerini karşılaştırarak avantaj ve dezavantajlarını belirtiniz.

Şekil-24.1' deki seri gerilim regülatörü devresinde C kondansatörü ve R2 direncinin işlevlerini belirtiniz.



Yük direncinin regülatör çıkış gerilimine ve çalışmasına ne gibi etkileri vardır? Açıklayınız.

Gerilim regülatörlerinde çıkış akımını sınırlamak ve kısa devreden korumak için neler yapılabilir? Örnek vererek açıklayınız.

TÜMDEVRE GERİLİM REGÜLATÖRLERİ

KONU:

Tümdevreli Sabit ve ayarlı gerilim regülatörlerinin özellikleri ve çalışma karakteristikleri incelenecektir.

GEREKLİ DONANIM:

Güç kaynağı: 0-30V DC
Multimetre: Sayısal ve Analog
Silisyum diyot: 4x1N4007
Tümdevre: 7805, 7905, 7809, LM317
Transformatör: 220V/2x12V, 5QW
Elektrolitik kondansatör: 1mF, 1000mF
Kondansatör: 0.33mF, 0.1mF
Direnç:

ÖN BİLGİ:

Tümdevre üreticileri, kullanıcının gereksinimine uygun binlerce farklı tip gerilim regülatörü üreterek tüketicinin kullanımına sunmuştur. Tümdevreli gerilim regülatörleri, ayrıık elemanlarla oluşturulan gerilim regülatörlerine göre daha işlevsel ve ekonomiktirler.

Çıkış gerilimi sabit ve ayarlanabilen olmak üzere pozitif ve negatif tip gerilim regülatörleri üretilmektedir. Tablo-25.1'de oldukça sık kullanılan; üç terminalli, sabit çıkışlı pozitif gerilim regülatörlerinin bazı önemli özellikleri verilmiştir.

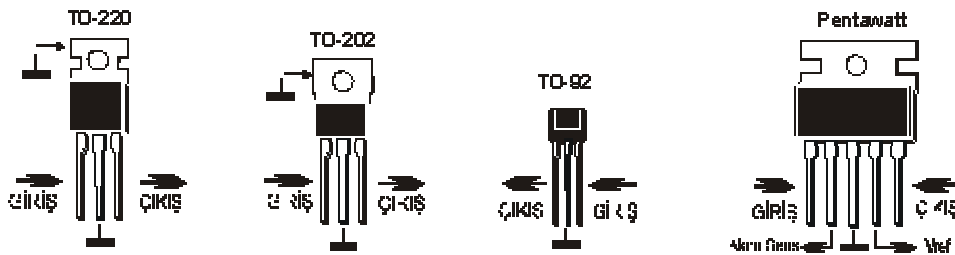
Tümdevre Tipi	Çıkış Gerilimi								Giriş Gerilimi (max)	Çıkış Akımı (max)	Tipik Sükunet Akımı	Kılıf Tipi
	5V	6V	8V	9V	12V	15V	18V	24V				
78.....	X	X	X	X	X	X	X	X	35	1A	4.2mA	TO220
78M....	X	X	X	X	X	X	X	X	35	500mA	3mA	TO202
78L.....	X	X	X	X	X	X	X	X	35	100mA	3mA	TO92
LM309K	X								35	1A	5.2mA	TO3
LM323	X								20	3A	12mA	TO3
LM340K	X	X	X	X	X	X	X	X	35	1.5A	4.2mA	TO3
LM317K	1.2V.....37V Ayarlanabilir.								40	1.5A	50µA	TO3
L200	2.85V.....36V Ayarlanabilir.								40	2A	4.2mA	pentaw

Not: Tüm Gerilim Regülatörlerinde Giriş Gerilimi, Tümdevre çıkış Geriliminden en az 3V fazla olmalıdır.

Tablo-25.1 Tümdevreli Pozitif Gerilim Regülatörleri

78'li sayılarla kodlanan gerilim regülatörlerinde ilk iki rakam (78) regülatör tipini sonraki harf çıkış akımını, son rakamlar ise çıkış gerilimi değerini verir. Örneğin 7805 ile kodlanmış bir regülatör; +5V çıkış gerilimi ve 1 Amper çıkış akımına sahiptir. 78M15 şeklinde kodlanmış bir gerilim regülatörü ise +15V çıkış gerilimine ve 500mA çıkış akımına sahiptir. Pozitif ve negatif sabit gerilim regülatörlerinin çıkışları ısıllı korumalıdır. Çıkıştan aşırı akım çekildiğinde ısıllı duyarlı koruma devresi etkinleşerek tümdevreyi aşırı akıma karşı korurlar.

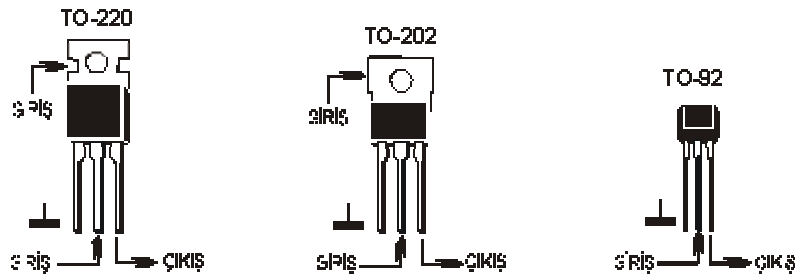
Tablo-25.1 dikkatlice incelendiğinde diğer gerilim regülatörlerinin özellikleri görülebilir. Şekil-25.1'de ise pozitif ve negatif sabit gerilim regülatörlerinin terminal bağlantıları ve kılıf tipleri görülmektedir.


Şekil-25.1 Tümdevre Pozitif Gerilim Regülatörlerinin Kılıf Tipleri ve Pin Bağlantıları

Negatif çıkışlı sabit gerilim regülatörleri ise 79'lu sayılarla (7912, 79L15, 79M09 v.b gibi) kodlanırlar. Tablo-25.2'de ise negatif gerilim regülatörleri özellikleri ile birlikte verilmiştir. Tümdevreli negatif gerilim regülatörlerinin kılıf tipleri ve pin bağlantıları şekil-25.2'de verilmiştir.

Tümdevre Tipi	Çıkış Gerilimi								Giriş Gerilimi (max)	Çıkış Akımı (max)	Tipik Sükunet Akımı	Kılıf Tipi
	5V	6V	8V	9V	12V	15V	18V	24V				
79.....	X	X	X	X	X	X	X	X	35	1A	4.2mA	I
79M...	X	X	X	X	X	X	X	X	35	500mA	3mA	II, IV
79L....	X	X	X	X	X	X	X	X	35	100mA	3mA	III
LM345K	X								20	3A	1mA	V
LM320K	X	X	X	X	X	X	X	X	35	1.5A	2mA	V
LM337	1.2V.....37V Ayarlanabilir.								40	1.5A	65µA	V

Not: Tümdevre girişinden uygulanacak gerilim, tümdevre çıkış geriliminden en az 3V fazla olmalıdır.

Tablo-25.2 Tümdevreli Pozitif Gerilim Regülatörleri

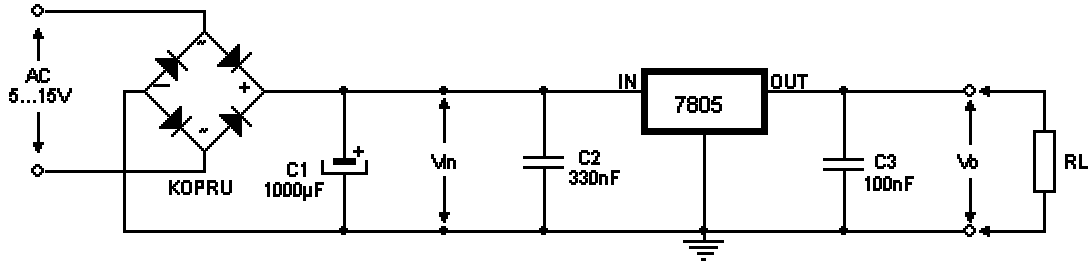
Şekil-25.2 Tümdevre Negatif Gerilim Regülatörlerinin Kılıf Tipleri ve Pin Bağlantıları

DENEY: 1**SABİT GERİLİM REGÜLATÖRLERİ:**

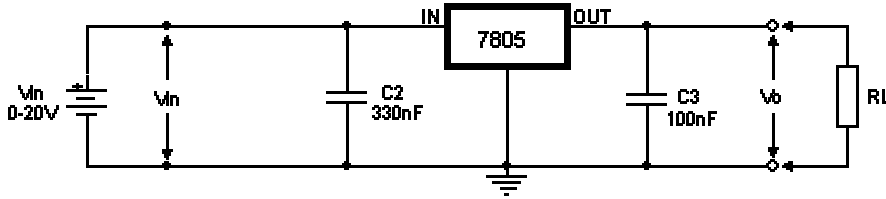
Bu bölümde üç uçlu sabit gerilim regülatörlerinin çalışması ve özellikleri incelenecektir.

ÖN BİLGİ:

Şekil-25.3'de 5V DC çıkış gerilimi üreten temel bir regülatör devresi verilmiştir. Devre girişine uygulanacak regülesiz gerilim 7V ile 35V arasında herhangi bir değer olabilir. C2 kondansatörü, doğrultmaç devresi ile gerilim regülatörü arasında 2cm' den fazla mesafe varsa kullanılır. Aynı şekilde yük regüle devresinden 2cm' den daha uzaksa C3 kondansatörü kullanılır.

**Şekil-25.3 Pozitif Gerilim Regülatörü**

Tümdevreli pozitif sabit gerilim regülatörünün çalışması ve özelliklerini incelemek için şekil-25.4'de görülen uygulama devresinden yararlanacağız. Bu devrede uygulama amacıyla doğrultma işlemine gerek görülmemiştir. Doğrudan DC bir gerilim regülatör devresine uygulanmıştır. Bizim amacımız gerçekte doğrultma işlemi değil, regüle işlemini incelemektir.

**Şekil-25.4 Pozitif Gerilim Regülatörünün Uygulama Devresi**

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-25.4'deki devreyi deney seti üzerine kurunuz. Başlangıçta yük direnci (RL) olarak 220W kullanınız.

Regülatör girişine $V_{in}=3V$ DC gerilim uygulayınız. Regülatör çıkış gerilimini (V_0) ölçünüz. Sonucu Tablo-25.3'deki ilgili yere yazınız.

Deneyi Tablo-25.3'de verilen giriş gerilimi (V_{in}) değerleri için tekrarlayınız. Her V_{in} değeri için elde ettiğiniz çıkış gerilimi (V_0) değerlerini ölçerek sonuçları tablo-25.3'deki ilgili yerlere kaydediniz.



	7805	7812
Vi (volt)	Vo (volt)	Vo (volt)
3		
4		
5		
8		
10		
12		
15		
20		

Tablo-25.3 Sabit Gerilim Regülatörlerinin Karakteristikleri

Şekil-25.4 deki devrede 7805 tümdevresini 7812 tümdevresi ile değiştiriniz ve deneyi tekrarlayınız. Elde ettiğiniz sonuçları Tablo-25.3'deki ilgili yerlere kaydediniz. Regülatör çıkışına bir osiloskop bağlayarak Vo çıkış gerilimini gözlemleyiniz. Gözlemi osiloskop'un minimum volt/div kademesinde yapınız.

Soru: 1.1 Çıkış gerilimi bir dalgalanmaya sahip mi? Neden? Açıklayınız.

C2'yi regülatör devresinden çıkarınız. Sonucu osiloskopta tekrar gözlemleyiniz.

Soru:1.2 Çıkış gerilimde bir değişiklik oldu mu? Neden? Bu konuda neler söyleyebilirsiniz? Açıklayınız?

Regülatör devresini şekil-25.4'deki gibi yeniden düzenleyiniz. Giriş gerilimini $V_i=20V$ a sabitleyiniz. RL yük direncini 100W yapınız. Çıkış gerilimini (V_o) ölçerek sonucu tablo-25.4'deki ilgili yere kaydediniz.

RL yük direncini 220W yapınız. Çıkış gerilimini ölçerek sonucu tablo-25.4'deki ilgili yere kaydediniz.

Deneyi tablo-25.4'de belirtilen her RL yük direnci değerleri için tekrarlayınız. Sonuçları tablodaki ilgili yere kaydediniz.

RL (Ω)	100	220	470	1000	4K7	10K
V_o (v)						

Tablo-25.4 Sabit Gerilim Regülatörlerinin Karakteristikleri



ÖZET:

Üç terminalli sabit pozitif gerilim regülatörleri 78' li sayılarla, negatifler ise 79' lu sayılarla kodlanırlar. 5V ile 24V arasında standart çıkış gerilimi verebilen tipleri vardır. Çıkış gerilimi

belirtilen çıkış akımını aşmamak koşuluyla sabittir. Ucuz ve kullanımı kolay olduğundan dolayı pek çok uygulamada tercih edilir.

DENEY: 2

AYARLI GERİLİM REGÜLATÖRLERİ:

Bu bölümde çıkış gerilimi istenilen değere ayarlanabilen DC gerilim regülatörleri incelenecektir.

ÖN BİLGİ:

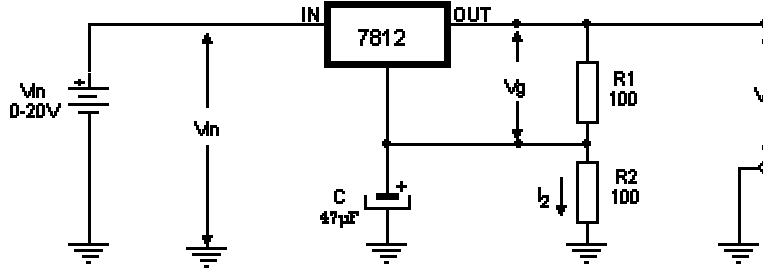
Pek çok firma bir çok tip ve modelde çıkış gerilimi ayarlanabilen DC gerilim regülatörü üretmişler ve kullanım kataloglarını tüketiciye sunmuşlardır. Her birini tek tek incelemek yerine yaygın kullanılan birkaç örnek vereceğiz. Önceki deneylerde kullandığımız 78XX serisi gerilim regülatörlerinin çıkış gerilimleri istenirse ayarlanabilir. Bu amaçla şekil-25.4'de bir uygulama devresi verilmiştir. Bu devrede, regülatörün şase ucu R2 direncinden dolayı 0V' dan farklı bir gerilimdedir. Devrenin çıkış gerilimi V_0 ise;

$$V_0 = V_{REF} + (I_B + \frac{V_{REF}}{R_1}) R_2$$

değerine eşittir. Yukarıdaki formülde I_Q , R2 direncinden akan transistörün sükunet akımıdır. Değeri ise 3-8mA civarındadır. Bu durumda çıkış gerilimi (V_0) yaklaşık olarak;

$$V_0 = \left[\frac{R_2}{R_1} + 1 \right] V_{REF}$$

Formülünden bulunur.



Şekil-25.5 Çıkış Gerilimi Ayarlanabilen Gerilim Regülatörü

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-25.5'deki devreyi deney seti üzerine kurunuz. Regülatör giriş gerilimini 20V'a ($V_{in}=20V$) ayarlayınız. R1 ve R2 dirençlerini ise başlangıçta 100W olarak bağlayınız. Regülatör devresinin çıkış gerilimi (V_o) değerini voltmetre ile ölçünüz. Elde ettiğiniz sonucu tablo-25.5'deki ilgili yere kaydediniz.

Aynı devrede R2 direncini 220W yapınız ve deneyi tekrarlayınız. Sonucu tablo-25.5'deki ilgili yere yazınız.

Deneyi tablo-25.5'de belirtilen her R1 ve R2 değeri için tekrarlayınız. Elde ettiğiniz değerleri tablodaki ilgili yerlere kaydediniz.

Tablo-25.5'de belirtilen R1 ve R2 değerleri için çıkış gerilimi değerini formül kullanarak hesaplayınız. Sonuçları tablodaki ilgili yere kaydediniz.

R1 (Ω)	R2 (Ω)	V_o (Ölçülen)	V_o (Hesaplanan)
100	100		
100	220		
100	330		
220	100		
220	330		

Tablo-25.5 Ayarlı gerilim regülatörü verileri

DENEY: 3**AYARLI GERİLİM REGÜLATÖRLERİ**

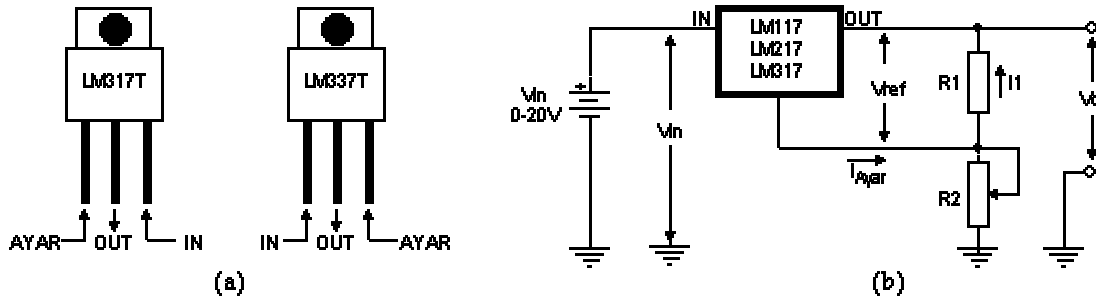
Bu deneyde çıkış gerilimi ayarlanabilen özel tip tümdevre gerilim regülatörleri incelenecek ve çeşitli uygulama devreleri verilecektir.

ÖN BİLGİ:

Çıkış gerilimi ayarlanabilen regüleli gerilim kaynaklarına diğer bir alternatif ise NATIONAL firmasının ürettiği LM317 kodlu pozitif, ve LM337 kodlu negatif gerilim regülatörüdür. bu gerilim regülatörlerinin çıkış gerilimi harici elemanlarla $\pm 1.2V$ ile $\pm 37V$ arasında istenilen değere ayarlanabilirler. Çıkış akımları ise 1.5A civarındadır. 3A' lik metal kılıflı tipleri de vardır. Bu regülatörlerin giriş gerilimleri, maksimum çıkış geriliminden 3V daha büyük olmalıdır. Ayrıca giriş gerilimi iyi bir filtremeye tabi tutulmalıdır.

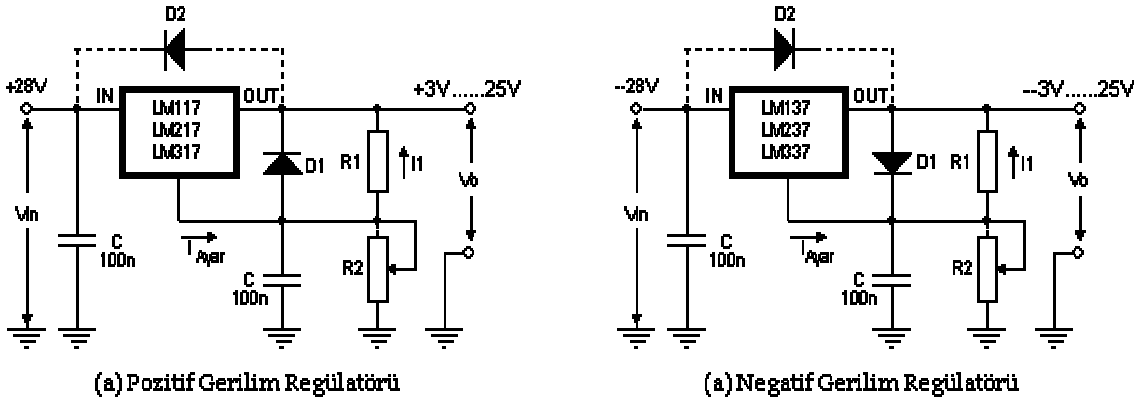
Şekil-25.6.a.da ayak bağlantıları verilen gerilim regülatörü dikkat edilirse üç adet terminale sahiptir. Giriş ve çıkış terminalleri dışında çıkış geriliminin değerlerini ayarlama için kullanılan ayar (adjust) terminali vardır. Tüm devrenin çıkış gerilimi şekil-25.6.b'deki devre yardımı ile belirlenir ve aşağıdaki şekilde formüle edilir.

$$V_0 = \left[1 + \frac{R_2}{R_1} \right] + I_{AYAR}$$



Şekil-25.6.a ve b Ayarlı tümdevre gerilim regülatörlerinin pin bağlantıları ve uygulama devresi

R2 ayarlı direnci, çıkış geriliminin istenilen seviyede oluşturulmasını sağlar. LM337 tüm devresi ise aynı koşullarda çalışan negatif gerilim regülatörüdür. Şekil-25.7.a ve b'de çıkış gerilimi bir potansiyometre ile 1.2V ve 25.v arasında ayarlanabilen gerilim regülatörü devresi verilmiştir. Bu devrelerde giriş gerilimi 28V'dan büyük olmalı ve filtre edilmelidir. Ayrıca çıkışın kararlı olması ve rıplı faktörünün minimumuma indirilmesi için devreye birkaç eleman eklenmiştir. (D1, D2, C2). Bu elemanların kullanılmaması devrenin çalışmasını önemli ölçüde etkilemez.



Şekil-25.7.a ve b Pozitif ve Negatif ayarlanabilir tümdevre gerilim regülatörleri

DENEYİN YAPILIŞI:

Ayarlanabilir çıkışlı pozitif gerilim regülatörü devresi şekil-25.7.a da verilmiştir. Bu devreyi deney seti üzerine kurunuz. Başlangıçta (D1, D2, C2) elemanlarını devreye bağlamayınız.

Regülatör girişine filtre edilmiş minimumum +28V DC gerilim uygulayınız. R2 potansiyometresini kullanarak gerilimin minimum ve maksimum değerlere sıra ile ayarlayınız ve bu değerleri bir voltmetre ile ölçerek kaydediniz.

Vo (minimum)	Vo (maksimum)

Çıkış gerilimini osiloskopta inceleyiniz. Dalgalanma oranını tespit ediniz. D1, D2, C2 elemanlarını devreye bağlayınız. Adım 3.3 ve 3.4 de yaptığınız işlemlerini tekrarlayınız.sonuçları kaydediniz.

Vo (minimum)	Vo (maksimum)

SORULAR:

Üretici kataloglarını inceleyerek birkaç tip farklı gerilim regülatörü çizin ve özelliklerini belirtiniz?.

Gerilim regülatörü uygulamalarında soğutucu ne amaçla ve nasıl kullanılmalıdır? Açıklayınız?.



Gerilim regülatörlerinin çıkış akımları nasıl arttırılabilir ve kısa devreye karşı regülatör devresi nasıl korunur örnekler vererek açıklayınız?.

Çıkış gerilimi simetrik $\pm 12V$ olan bir gerilim regülatörü devresi çiziniz?.

GERİLİM/AKIM VE A/V DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİ

KONU:

Gerilim/Akım dönüştürücü (Voltage-to-Current Converter) ve Akım/Gerilim Dönüştürücü (Current-to-Voltage Converter) devrelerinin özellikleri ve çalışmaları incelenecektir.

GEREKLİ DONANIM:

Simetrik güç kaynağı: +-12V DC
Multimetre: Sayısal ve Analog
İşaret üretici
Opamp: 2xLM741 tipi, 1xLM324
Transistör: BC108
Direnc: 47 Ω , 100 Ω , 220 Ω , 4K7, 6x10K, 4x100K
Potansiyometre: 100 Ω , 4x1K Ω , 10K Ω

ÖN BİLGİ:

Endüstriyel sistemlerde basınç, ısı, sıcaklık, debi v.b gibi çeşitli fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde ve kontrol edilmesinde sensörlerden (transducers) yararlanılır. Sensörlerin genellikle kullanım amaçları yukarıda belirtilen fiziksel büyüklükleri elektriksel işaretlere dönüştürmektir. Dönüştürme işlemi sonucunda elde edilen akım veya gerilim değerleri endüstride kullanılan standart değerler aralığında olmalıdır. Her hangi bir sensör çıkışında elde edilen elektriksel büyüklük standart bir akım veya gerilim değerine dönüştürülür. Endüstriyel uygulamalarda pek çok zaman elde edilen standart akım veya gerilim değerlerinin birbirlerine dönüştürülmeleri gerekir. Bu tür işlevleri yerine getirmek amacıyla Akım/gerilim veya gerilim akım dönüştürücülerinden faydalanılır.

Bu bölümde gerilim/akım ve akım/gerilim dönüştürme işlemlerinin nasıl gerçekleştirildiğini inceleyeceğiz. Gerilim Regülatörlerinin Kılıf Tipleri ve Pin Bağlantıları



Giriş terminallerinde potansiyel fark olmadığı sürece opamp çıkışı 0V'dur. Görsel olarak ayarlı Rs direnci üzerinden geçen akım, RL yük direnci üzerinden de geçer. Yük üzerinden geçen akım miktarı aşağıdaki gibi formüle edilir.

$$I_{\text{yük}} = \frac{e_{\text{in}} - e_1}{R_s}$$

formül yeniden düzenlenirse;

$$I_{\text{yük}} R_s = e_{\text{in}} - e_1$$

sonuç olarak e1 gerilimi, sabit bir offset değerine set edilmelidir. Rs direnci, dönüştürme devresinin çıkış akım sahasını (SPAN) ayarlar. Bundan dolayı Rs değeri;

$$R_s = \frac{\Delta e_{\text{in}}}{\Delta I_{\text{yük}}} = \frac{1V}{16mA} = \dots\dots\dots\Omega$$

olmalıdır. Rs değerini yukarıdaki formülü kullanarak hesaplayınız ve sonucu ilgili yere kaydediniz. Elde ettiğiniz sonuca göre Rs ayarlı direncini yeniden ayarlayınız. e1 offset gerilimi değerini hesaplamamız gerekmektedir. Bu değer için yukarıdaki denklemlerden yararlanılır. Örneğin ein=1V ise; Iyük=20mA olmalıdır. Dolayısıyla;

$$I_{\text{yük}} R_s = e_{\text{in}} - e_1$$

$$20mA \cdot 62,5\Omega = 1V - e_1$$

$$e_1 = 0.02 \cdot 62,5 = \dots\dots\dots\text{volt}$$

değerine ayarlanmalıdır. e1 gerilimini yukarıda bulduğunuz değere ayarlamak için OFFSET olarak tanımlanan potansiyometreden yararlanılır. Gerekli ayarı bu potu kullanarak gerçekleştiriniz.

Tablo-26.1'de verilen farklı giriş gerilimi ein değerleri için dönüştürücü çıkışından elde edilmesi gereken yük akımı (Iyük) değerlerini yukarıda verilen formüllerden yararlanarak hesaplayınız. Elde ettiğiniz sonuçları tablo-26.1'deki ilgili yerlere kaydediniz.



e_{in} (volt)	$I_{yük}$ (Hesaplanan)	$I_{yük}$ (Ölçülen)
0.00		
0.10		
0.25		
0.50		
0.75		
0.90		
1.00		

Tablo-26.1 Gerilim/Akım Dönüştürücü devresinin verileri

Tablo-26.1'de belirtilen giriş gerilimlerini (e_{in}) elde edebilmek için P1 potansiyometresini sırayla ayarlayınız. Her değer için yük akımını ($I_{yük}$) ölçerek sonucu tablo-26.1'deki ilgili yerlere kaydediniz.

Şekil-26.1'deki devrede R_w direnci iletim (transmisyon), yolunda olması gereken olası dirençleri temsil eder. Bu dirençlerin devreye etkisini incelemek için devrede verilen R_w direncini kısa devre yapınız. R_l yük direnci üzerindeki gerilim ve akımların etkilenip etkilenmediğini gözlemleyiniz. Etkilenme var mı? Neden? Sonuçları tartışınız?

İncelemesini yaptığımız gerilim/akım dönüştürücü devreyi set üzerinde olduğu gibi bırakınız. Bir sonraki deneyde tekrar kullanacağız. Bir sonraki deneye geçiniz.

DENEY:2

AKIM/GERİLİM DÖNÜŞTÜRÜCÜ

Bir önceki bölümde herhangi bir sensörden alınan gerilim değerlerinin endüstri standardında bir akım (4-20mA) değerine dönüştürüldüğünü inceledik. Bu bölümde; endüstri standardında elde edilen bir akım değerinin gerilime dönüştürülmesi için gerekli düzenekleri inceleyeceğiz.

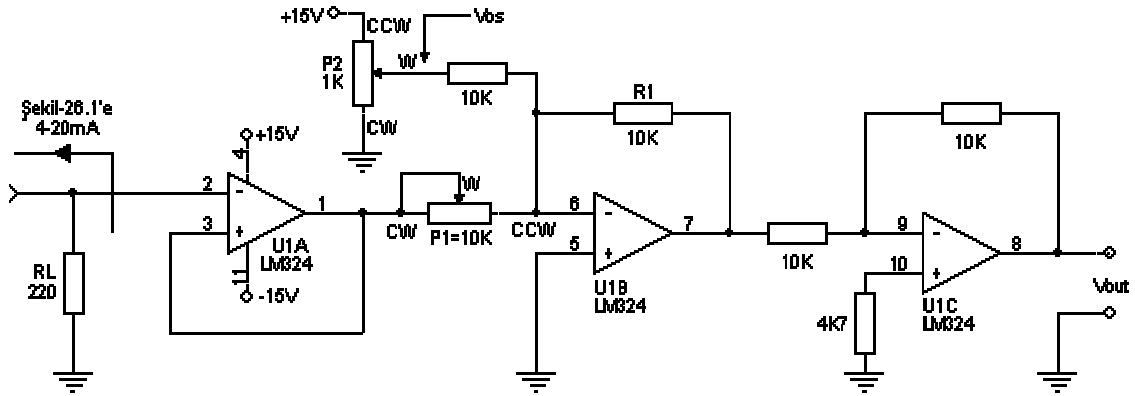
ÖN BİLGİ:

Bazı endüstriyel cihazlar gerilim esasına bağlı olarak çalışmaktadır. Dolayısıyla herhangi bir sensörden alınacak standart akım değerleri, orantılı olarak gerilime çevrilmelidir. Bunun için akım/gerilim dönüştürücülerine gereksinim duyulur. Bazı durumlarda şekil-26.1'de verilen gerilim akım dönüştürücü devrenin çıkışından alınan akım, işlenmek üzere önemli sayılabilecek uzak bir mesafeye transfer edilmesi gerekebilir. Transfer işleminin akımla yapılması oldukça zor ve sorunludur. Bu nedenle akım/gerilim dönüştürücüleri sıklıkla kullanılır.

Transfer işlemi sonucunda RL yük direnci üzerinde oluşan gerilim değeri bu amaçla kullanılabilir. Bu dönüşüm için yeterlidir.

4-20mA akım aralığı standart bir değerdir ve endüstriyel cihazların tasarımında sıkça kullanılır. Bazı sayısal cihaz üreticileri analog gerilim girişlerini 1V ila 5V aralıklarında tasarlarlar. Bu nedenle 220Ω'luk sonlandırma direnci standart akım aralığı için yeterli olacaktır.

Şekil-26.2'de belirtilen özellikler dikkate alınarak tasarlanmış akım/gerilim dönüştürücü devre görülmektedir. Akım/gerilim dönüştürme işlemi için şekil-26.1'de elde edilen standart akım değerlerinden yararlanılacaktır.



Şekil-26.2 Akım/Gerilim Dönüştürücü Devre

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil-26.2'de görülen devreyi deney seti üzerine kurunuz. Bu devre şekil-26.1'de kurduğunuz gerilim/akım dönüştürücü devresine ilave bir devredir. Bu duruma dikkat ediniz. Devreye şimdilik enerji uygulamayınız.

Devrenin kalibrasyonunu sağlamak amacı ile, P1 ayarlı direncinin olması gereken değerleri için aşağıda belirtilen hesaplamaları yapınız.

4-20mA aralığında transfer yapıldığında RL üzerinde oluşan maksimum ve minimum giriş gerilimleri;

$$V_{\min} \cdot R_{L(4\text{mA})} = R_L \cdot 0.004 = \dots\dots\dots \text{volt}$$

$$V_{\max} \cdot R_{L(20\text{mA})} = R_L \cdot 0.020 = \dots\dots\dots \text{volt}$$

Devrenin kazancı, çıkış gerilimi değişikliklerinin giriş gerilimindeki değişikliklere oranı ile hesaplanabilir.



$$A_v = \frac{V_{out(max)} - V_{out(min)}}{V_{in(max)} - V_{in(min)}}$$

$$A_v = \frac{10V - 0V}{V_{in(max)} - V_{in(min)}}$$

yukarıdaki eşitlikleri kullanarak gerilim kazancını hesaplayınız.

$A_v =$ _____

Şekil-26.2'deki devrede kullanılan 2. opamp katı dönüştürücü devrenin kazancını belirler. 3. opamp katı ise dönüştürücünün tampon devresi olarak kullanılmıştır. Bundan dolayı P1 ayarlı direncinin değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$P_1 = \frac{R_f}{A_v}$$

Yukarıdaki formülü kullanarak P1 ayarlı direncinin olması gereken değerini hesaplayınız ve kaydediniz.

$P_1 =$ _____ Ω

P₁ direncini bulduğunuz bu değere ayarlayınız ve devreye enerji uygulayınız. P2 ayarlı direnci ise; en uygun offset değerini ayarlamak için kullanılır. Bu uygulamada giriş akımı 4mA alındığında çıkışın "0V" olduğu kabul edilmiştir. P2 ayarlı direncinin orta ucundaki gerilim aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V_{offset} = V_{in(max)} \cdot \frac{-R_f}{P_1}$$

Not: $R_f=R_2$ olduğunda $V_{offset}=-1V$ 'dur. V_{offset} gerilimini bu değere ayarlayınız. Şekil-26.1'deki gerilim/akım dönüştürücü devrenin çıkışını şekil-26.2'deki devrenin girişine bağlayınız. Şekil-26.1'deki devrenin çıkış akımını ve şekil-26.2'deki devrenin çıkış gerilimi gözlemleyiniz.

Devreye önce 4mA giriş akımı uygulayarak şekil-26.2'deki devrenin ince ayarlarını ve kalibrasyonunu yapınız. Aynı uygulamayı 20mA giriş akımı içinde yapınız. Bu uygulamaları yaparken öncelikle en uygun ölçme alanını (SPAN), daha sonra offset değerini ayarlayınız.

Çalışma noktası içerisinde birkaç ara değer noktasını test ederek devrenin çalışmasını kontrol ediniz.



Deneyi tablo-26.2'de verilen çeşitli değerler için tekrarlayınız ve elde ettiğiniz değerleri tablodaki ilgili yerlere kaydediniz.

e_{in} (volt)	$I_{yük}(I_{in})$	$V_{yük}$	V_{OUT}	I_{OUT} (hesaplanan)
0.00				4 mA
0.10				
0.25				
0.50				
0.75				
0.90				
1.00				20mA

Tablo-26.2 Akım/Gerilim Dönüştürücü devresinin verileri