



Deney 5: Temel İşlemsel Yükselteç (OpAmp) Devreleri

1 Amaç

1. Eviren yükseltecin çalışma prensibini anlamak.
2. Eviren yükseltecin giriş ve çıkış dalga şekilleri ile gerilim kazancını ölçmek.
3. Evirmeyen yükseltecin çalışma prensibini anlamak.
4. Evirmeyen yükseltecin giriş ve çıkış dalga şekilleri ile gerilim kazancını ölçmek.
5. Gerilim izleyicinin çalışma prensibini anlamak.
6. Gerilim izleyicinin giriş ve çıkış dalga şekilleri ile gerilim kazancını ölçmek.
7. Sabit gerilim devresinin çalışma prensibini anlamak.
8. Sabit gerilim devresinin çıkış gerilimini ölçmek.
9. Sabit akım devresinin çalışma prensibini anlamak.
10. Sabit akım devresinin çıkış akımını ölçmek.
11. Türev alıcı devrenin çalışma prensibini anlamak.
12. Türev alıcı devrenin giriş ve çıkış dalga şekillerini ölçmek.
13. İntegral devresinin çalışma prensibini anlamak.
14. İntegral devresinin giriş ve çıkış dalga şekillerini ölçmek.

2 Ön Hazırlık Soruları

1. İdeal bir işlemsel yükselteçte açık çevrim kazancı, giriş empedansı ve çıkış empedansı ne olmalıdır? Görünürde toprak (görünürde kısa devre) kavramını açıklayınız.
2. $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ve $R_f = 10 \text{ k}\Omega$ olan bir eviren yükselteç ile aynı dirençlere sahip bir evirmeyen yükselteç için gerilim kazancını bulunuz. Girişe tepe değeri 0.2 V olan sinüzoidal bir işaret uygulandığında her iki devrenin çıkış tepe değerini ve giriş ile çıkış arasındaki faz farkını yazınız.
3. Sabit gerilim devresinde zener gerilimi $V_Z = 6.2 \text{ V}$, $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ ve $R_f = 1 \text{ k}\Omega$ ise çıkış gerilimini hesaplayınız. $\pm 12 \text{ V}$ besleme bu çıkış için yeterli midir?
4. Sabit akım devresinde $V_{ref} = 1 \text{ V}$ ve $R_E = 100 \Omega$ iken yük akımı I_L kaç mA olur? Yük direnci $1 \text{ k}\Omega$, $2.2 \text{ k}\Omega$ ve 150Ω olarak değiştirildiğinde I_L değişir mi? Nedenini açıklayınız.
5. Türev alıcı ve integral alıcı devrelerde girişe kare dalga ve üçgen dalga uygulandığında çıkış dalga şekilleri nasıl olur? $R = 10 \text{ k}\Omega$ ve $C = 0.1 \mu\text{F}$ olan integral alıcı devreye tepeden tepeye 0.5 V , 1 kHz simetrik kare dalga uygulanırsa çıkış üçgen dalgasının tepeden tepeye değeri ne olur?

3 Temel Kavramlar

3.1 Önemli İşlemsel Yükselteç Kavramları

Görünürde Toprak (Görünürde Kısa Devre)

Normal kısa devre, iki uçtaki gerilimin eşit ve bu iki uç arasındaki akımın maksimum olması anlamına gelmektedir. Ancak işlemsel yükseltecin (OPA) "+" ve "-" giriş uçlarındaki $V_{(-)}$ ve $V_{(+)}$ gerilimleri eşit olmasına

rağmen “+” ve “-” uçlardan akım akmamaktadır. Bu olay, görünürde kısa devre ve aynı zamanda, eviren yükselteçte “+” uç genelde toprağa bağlandığı için, görünürde toprak olarak adlandırılır. Bu durum OPA’da $Z_i = \infty$ ve $A_v = \infty$ olmasından kaynaklanır. $Z_i = \infty$ olduğu için giriş ucuna doğru akım akmayacaktır. $A_v = \infty$ olduğu için de önemsiz büyüklükte bir V_i gerilimi uygulandığında önemli ölçüde bir çıkış gerilimi elde edilecektir. V_i ihmal edilebilecek kadar küçük olduğu için $V_{(-)}$ ve $V_{(+)}$ yaklaşık olarak eşit olur.

Açık-Çevrim Kazancı

Açık-çevrim kazancı çok büyük olup ideal durumda ∞ ’dur.

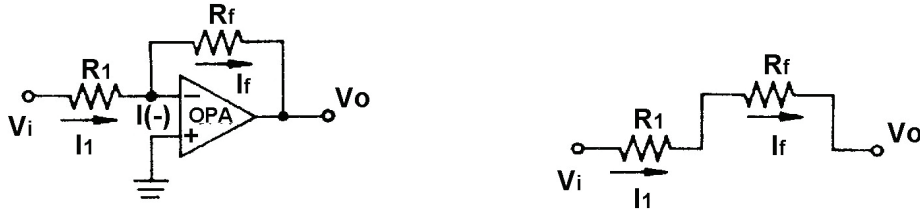
Kapalı-Çevrim Kazancı

Açık çevrim kazancı çok büyük olduğu için açık çevrim düzenlemeli OPA yükselteç olarak uygun değildir. Çünkü aşırı büyük kazanç, yükselteç çıkışının kolaylıkla doyuma gitmesine neden olur. OPA yükselteç olarak kullanılacaksa kazancı kontrol edebilmek için devreye negatif geri besleme eklenmelidir.

İşlemsel yükselteçler kullanılarak birçok karmaşık devre oluşturulabilir. Bu devreler, ne kadar karmaşık olursa olsun, esasında temel devrelerden oluşur. Burada yükselteç olarak kullanılan iki temel işlemsel yükselteç devresi tanıtılacaktır: eviren yükselteç devresi ve evirmeyen yükselteç devresi.

3.2 Eviren Yükselteç

Eviren yükselteç devresi Şekil 5-1 (a)’da ve eşdeğer devresi de Şekil 5-1 (b)’de gösterilmiştir.



Şekil 5-1. Eviren yükselteç: (a) pratik devre, (b) eşdeğer devre.

Görünürde toprak kavramına bağlı olarak OPA’nın eviren giriş ucuna doğru akım akmayacaktır. Bununla birlikte $V_{(-)} = V_{(+)} = 0$ V olduğu için $V_o = -I_f R_f$, $V_i = I_1 R_1$ ve $I_1 = I_f$ olur:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-I_f R_f}{I_1 R_1} = -\frac{R_f}{R_1} \quad (5-1)$$

V_o ile V_i arasında 180° faz farkı vardır.

Bu devre, kazancı tamamen geri besleme devresi tarafından belirlendiği ve OPA karakteristiklerinden bağımsız olduğu için oldukça karardır.

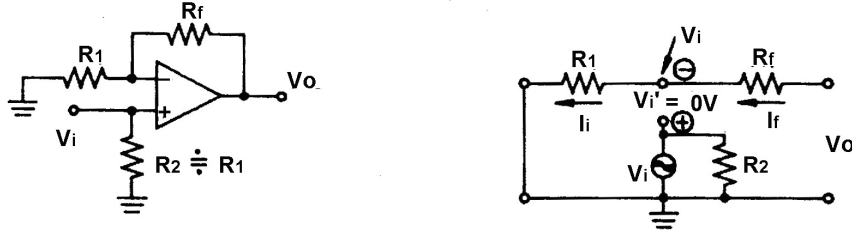
Örnek: Şekil 5-1’de gösterildiği gibi $R_1 = 10$ k Ω , $R_f = 100$ k Ω ve $V_i = 0.5$ V ise V_o nedir?

Çözüm:

$$A_v = -\frac{R_f}{R_1} = -\frac{100 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega} = -10, \quad V_o = V_i \times A_v = 0.5 \text{ V} \times (-10) = -5 \text{ V}$$

3.3 Evirmeyen Yükselteç

Evirmeyen yükselteç devresi Şekil 5-2 (a)'da ve eşdeğer devresi de Şekil 5-2 (b)'de gösterilmiştir.



Şekil 5-2. Evirmeyen yükselteç: (a) devre, (b) eşdeğer devre.

Eşdeğer devreden aşağıdaki denklemler elde edilir:

$$I_f = I_1, \quad V_i = V_o \times \frac{R_1}{R_1 + R_f}, \quad \frac{V_i}{V_o} = \frac{R_1}{R_1 + R_f}$$

Böylece:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_1 + R_f}{R_1} = 1 + \frac{R_f}{R_1} \quad (5-2)$$

V_o , V_i ile aynı fazdadır.

Örnek: Şekil 5-2 (a)'da gösterildiği gibi $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_f = 10 \text{ k}\Omega$ ve $V_i = 1 \text{ V}$ ise V_o nedir?

Çözüm:

$$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) V_i = \left(1 + \frac{10 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega}\right) \times 1 \text{ V} = 11 \text{ V}$$

Bu devrede kullanılan besleme gerilimi değeri 11 V'tan büyük olmalıdır. Aksi takdirde maksimum çıkış, besleme gerilimine eşit olur.

3.4 Gerilim İzleyici

Şekil 5-3'te gösterilen gerilim izleyici, bir evirmeyen yükselteç uygulamasıdır. $R_1 = \infty$ olduğu için:

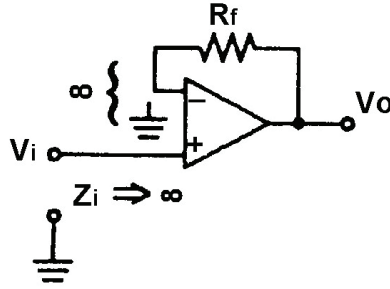
$$A_v = 1 + \frac{R_f}{R_1} = 1$$

Bu nedenle bu devre yükselteç olarak çalışmamaktadır. Bununla birlikte $Z_i = \infty$ ve Z_o çok küçük olduğu için gerilim izleyici yaygın olarak empedans uydurmada kullanılır.

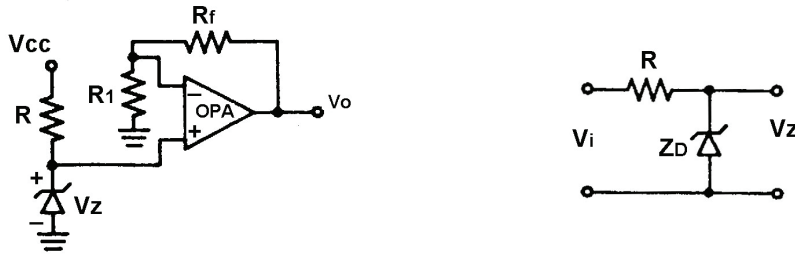
3.5 Sabit Gerilim Devresi

Şekil 5-4 (a)'da gösterilen sabit gerilim devresi, Şekil 5-4 (b)'de gösterilen devre ile evirmeyen yükselteç devresinin birleşiminden oluşmuştur.

Şekil 5-4 (b)'de gösterilen basit sabit gerilim devresinin çalışması, evirmeyen yükselteç eklenmesi ile iyileştirilmiştir. Çünkü:



Şekil 5-3. Gerilim izleyici.



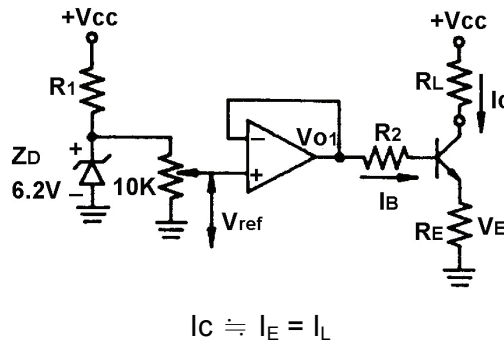
Şekil 5-4. Sabit gerilim devresi: (a) evirmeyen yükselteçli devre, (b) zener diyotlu basit devre.

1. $V_O = V_Z (1 + R_f/R_1)$ çıkış genliği, R_f/R_1 ile belirlenebilir.
2. Yükleme etkisi engellenebilir. Evirmeyen yükselteç, çok büyük Z_i ve çok küçük Z_o özelliklerine sahip olduğu için empedans uydurma fonksiyonunu yerine getirebilir.
3. Çıkış akımı OP-AMP'tan çekildiği için daha büyük çıkış akımı elde edilebilir.

3.6 Sabit Akım Devresi

Şekil 5-5'te gösterilen sabit akım devresi, üç temel kısımdan oluşmaktadır:

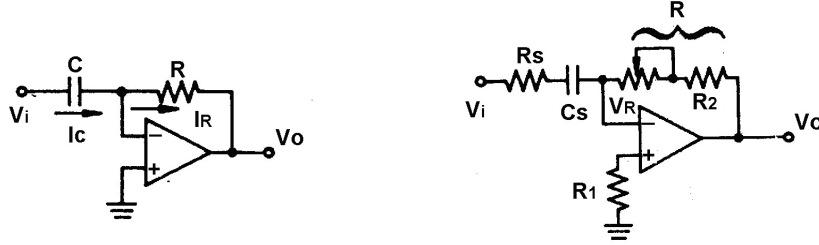
1. R_1 , Z_D ve VR10K'dan oluşan referans gerilim kaynağı
2. Gerilim izleyici olarak çalışan bir OP-AMP
3. R_L , bir transistör ve R_E 'den oluşan akım çıkış devresi. Burada R_L 'den akan akım transistör tarafından sağlanır ve bu devrenin I_C akımının kontrolü, I_B 'nin büyüklüğü kontrol edilerek gerçekleştirilir. V_{ref} değeri sabit kalan bu devrede R_L değişse bile I_C aynı kalacaktır. Transistör aktif bölgede ($I_C = \beta I_B$) çalıştığı için I_C değeri sadece I_B 'ye bağlıdır ve R_L değerinden bağımsızdır.



$$I_C \doteq I_E = I_L$$

Şekil 5-5. Sabit akım devresi.

3.7 Türev Alıcı Devre



Şekil 5-6. RC türev alıcı devre: (a) temel devre, (b) pratik devre.

Şekil 5-6 (a)'da gösterilen türev alıcı devre, temelde bir RC türev devresi uygulamasıdır. Bu devredeki I_C , aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$I_C = I_R = \frac{Q_C}{t} = \frac{CV_C}{t} = \frac{CV_i}{t}$$

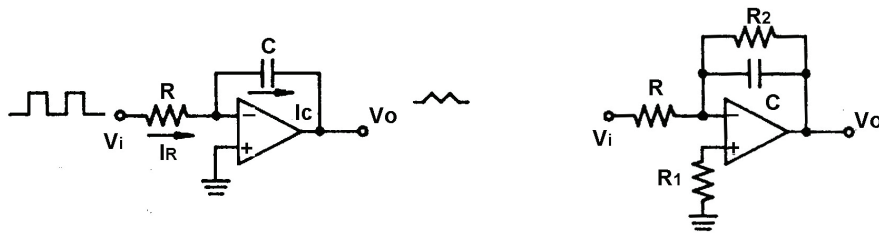
$$\Rightarrow \frac{dQ_C}{dt} = C \frac{dV_C}{dt} = C \frac{dV_i}{dt}$$

$$V_o = -I_C R = -RC \frac{dV_i}{dt}$$

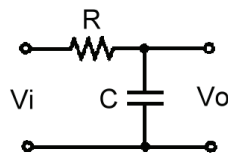
V_i kare dalga ise V_o darbe dizisi olur. V_i üçgen dalga ise V_o kare dalga olur.

Şekil 5-6 (b)'de gösterildiği gibi, pratik devrelerde yüksek frekans gürültüsünü, çok küçük X_{C_S} 'den dolayı devrenin kararsız çalışmasını ve yüksek frekansta çok büyük yükseltme faktörünü engellemek amacıyla R_S direnci bağlanır. R_1 direnci, giriş ucunda dengeleme direnci olarak kullanılır.

3.8 İntegral Devresi



Şekil 5-7. İntegral devresi: (a) temel devre, (b) pratik devre.



Şekil 5-8. RC integral alıcı devresi.

Şekil 5-7 (a)'daki integral alıcı devre temelde Şekil 5-8'de gösterilen RC integral devresi uygulamasıdır. Bu devredeki I_C , aşağıdaki gibi hesaplanır:



$$\begin{aligned} I_C &= I_R \\ I_R &= \frac{V_i - 0}{R} = \frac{V_i}{R} = I_C \\ V_o = V_C &= \frac{Q}{C} = -\frac{I_C t}{C} = -\frac{1}{C} \int I_C dt = -\frac{1}{C} \int \frac{V_i}{R} dt = -\frac{1}{RC} \int V_i dt \end{aligned}$$

Şekil 5-7 (b)'de pratik bir integral alıcı devre gösterilmiştir. Bu devredeki R_2 , yükselteç çıkışının doyuma ulaşmasını ve alçak frekanslarda büyük X_C nedeniyle integral devresinin yanlış çalışmasını engelleyebilir.

4 Gerekli Ekipmanlar

- KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneği
- KL-25007 İşlemsel Yükselteç Devre Modülü (2)
- Osiloskop
- Multimetre

5 Deneyin Yapılışı

5.1 Eviren Yükselteç

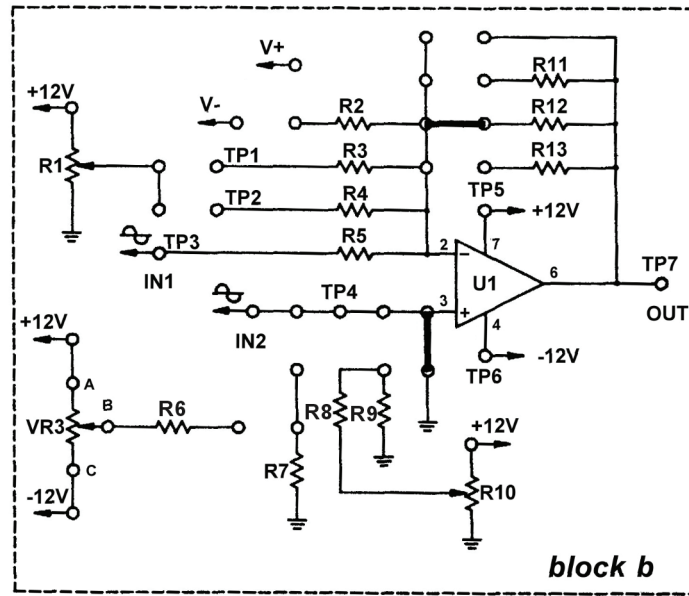
1. KL-25007 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneğinin üzerine koyun ve b bloğunu belirleyin. Şekil 5-9 (a)'daki devre ve Şekil 5-10'daki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. KL-22001 Düzeneğindeki +12 VDC ve -12 VDC sabit güç kaynaklarını KL-25007 modülüne bağlayın.
2. KL-22001 Düzeneğinin üzerindeki Fonksiyon Üreticini kullanarak IN1 (TP3) ucuna 1 kHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayın. OUT (TP7) çıkış ucuna osiloskop bağlayın.
3. Osiloskop ekranında maksimum, bozulmasız çıkış dalga şekli elde edilecek şekilde sinüzoidal sinyalin genliğini yavaşça artırın. IN1 ucundaki V_{IN1} giriş gerilimini ve OUT ucundaki V_{OUT} çıkış gerilimini ölçün ve Tablo 5-1'e kaydedin. Giriş ve çıkış dalga şekilleri arasındaki faz ilişkisini belirleyin ve gerilim kazancını hesaplayın: $A_v = -\frac{V_{OUT}}{V_{IN1}} = \underline{\hspace{2cm}}$
4. Giriş sinyal bağlantılarını çıkartın ve IN1 giriş ucunu toprağa bağlayın. Osiloskop kullanarak (DC bağlantıda) OUT çıkış ucundaki DC seviyeyi (çıkış ofset gerilimi) ölçün ve kaydedin. $V_{dc} = \underline{\hspace{2cm}}$
5. Şekil 5-9 (b)'deki devre ve Şekil 5-11'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR3'ü devreye bağlayın.
6. 4. adımı tekrarlayın. Ölçülen DC seviye 0 V değilse VR3 (100 kΩ)'ü ayarlayarak bu seviyeyi 0 V yapın.
7. 2. ve 3. adımları tekrarlayın.
8. VR3 (100 kΩ)'ü rastgele ayarlayarak çıkış dalga şeklinin değişip değişmediğini gözleyin.

Sonuçlar

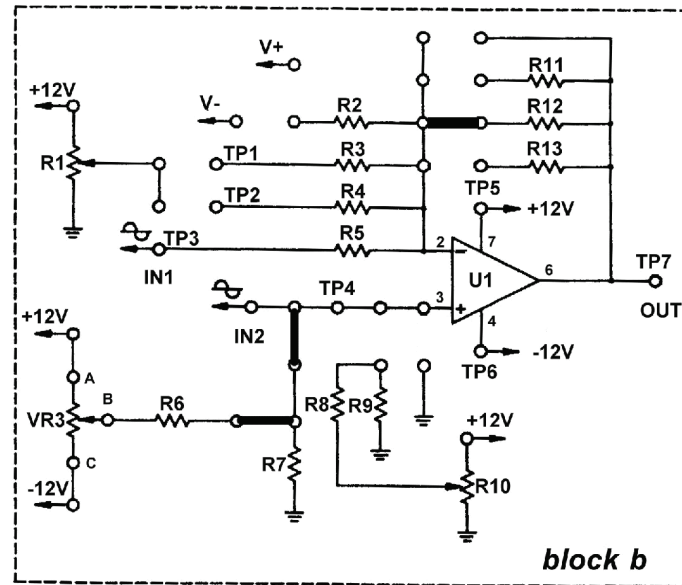
Eviren bir yükselteçte giriş ve çıkış gerilimleri arasındaki faz farkı 180°'dir ve gerilim kazancı, giriş direnci ve geri besleme direnci tarafından belirlenir.



Şekil 5-9. Eviren yükselteç devreleri: (a) ofset ayarsız, (b) ofset ayarlı.



Şekil 5-10. Bağlantı diyagramı (KL-25007 blok b).



Şekil 5-11. Bağlantı diyagramı (KL-25007 blok b).

**Tablo 5-1.** Eviren yükselteç ölçüm sonuçları (ofset ayarsız ve ayarlı).

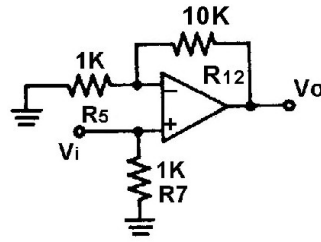
	Dalga Şekli		V_{p-p}
Ofset Ayarsız	V_{IN1}		
	V_{OUT}		
Ofset Ayarlı	V_{IN1}		
	V_{OUT}		

5.2 Evirmeyen Yükselteç

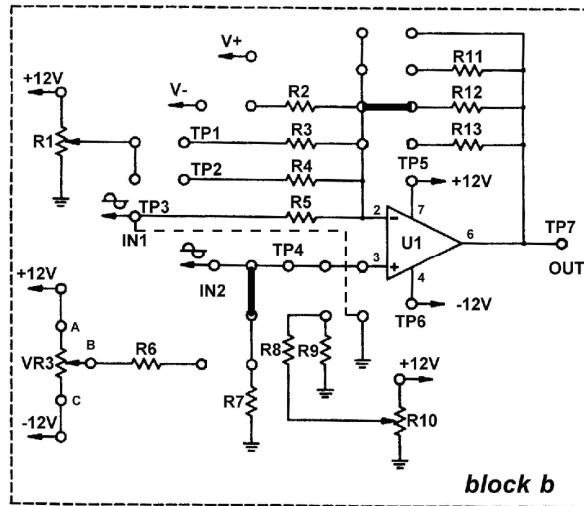
- KL-25007 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneginin üzerine koyun ve b bloğunu belirleyin. Şekil 5-12'deki devre ve Şekil 5-13'teki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın.
- KL-22001 Düzenegindeki +12 VDC ve -12 VDC sabit güç kaynaklarını KL-25007 modülüne bağlayın.
- KL-22001 Düzeneginin üzerindeki Fonksiyon Üreticini kullanarak IN2 (TP4) ucuna 1 kHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayın. OUT (TP7) çıkış ucuna osiloskop bağlayın.
- Osiloskop ekranında maksimum, bozulmasız çıkış dalga şekli elde edilecek şekilde sinüzoidal sinyalin genliğini yavaşça artırın. IN2 ucundaki V_{IN2} giriş gerilimini ve OUT ucundaki V_{OUT} çıkış gerilimini ölçün ve Tablo 5-2'e kaydedin.
- Giriş ve çıkış dalga şekilleri arasındaki faz ilişkisini belirleyin ve gerilim kazancını hesaplayın: $A_v = \frac{V_{OUT}}{V_{IN2}}$
= _____

Tablo 5-2. Evirmeyen yükselteç ölçüm sonuçları.

Dalga Şekli		V_{p-p}
V_{IN2}		
V_{OUT}		



Şekil 5-12. Evirmeyen yükselteç.



Şekil 5-13. Bağlantı diyagramı (KL-25007 blok b).

Sonuçlar

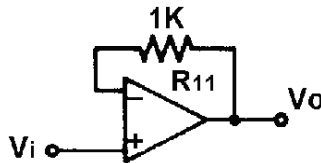
Evirmeyen bir yükselteçte giriş ve çıkış gerilimleri arasındaki faz farkı 0° 'dir ve gerilim kazancı, giriş ve geri besleme dirençleri tarafından belirlenir.

5.3 Gerilim İzleyici

1. KL-25007 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneklerinin üzerine koyun ve b bloğunu belirleyin. Şekil 5-14'teki devre ve Şekil 5-15'teki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. KL-22001 Düzenekindeki +12 VDC ve -12 VDC sabit güç kaynaklarını KL-25007 modülüne bağlayın.
2. KL-22001 Düzenekinin üzerindeki Fonksiyon Üretecini kullanarak IN2 (TP4) ucuna 1 kHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayın.
3. Osiloskobun girişini OUT (TP7) çıkış ucuna bağlayın. Osiloskop ekranında maksimum, bozulmasız çıkış dalga şekli elde edilecek şekilde Fonksiyon Üretecinin çıkış genliğini yavaşça artırın. V_{IN2} ve V_{OUT} dalga şekillerini ve tepeden tepeye değerlerini ölçüp Tablo 5-3'ye kaydedin.
4. Fonksiyon Üretecinin çıkış genliğini rastgele değiştirerek V_{OUT} 'un daima V_{IN2} 'ye benzer olup olmadığını gözleyin. _____
5. A_v gerilim kazancını hesaplayın: $A_v = \frac{V_{OUT}}{V_{IN2}} = \underline{\hspace{2cm}}$

Tablo 5-3. Gerilim izleyici ölçüm sonuçları.

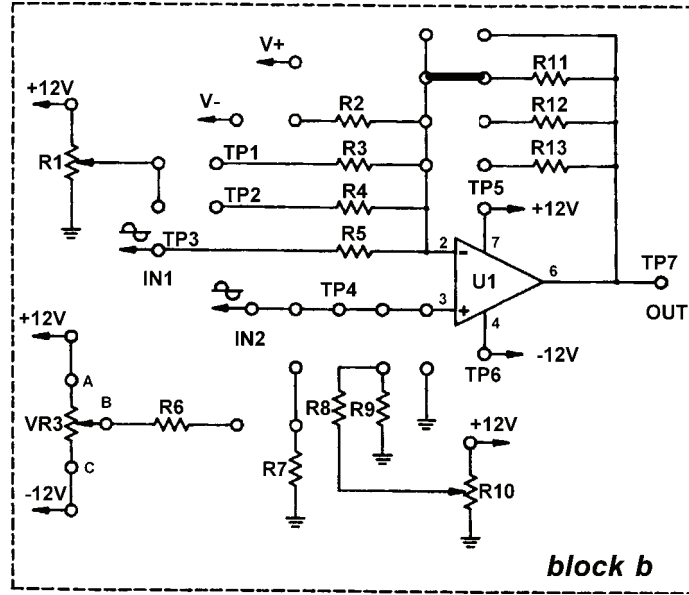
Dalga Şekli		V_{p-p}
V_{IN2}		
V_{OUT}		



Şekil 5-14. Gerilim izleyici devresi.

Sonuçlar

Gerilim izleyici, gerilim kazancı 1 olan evirmeyen bir yükselteç olarak düşünülebilir. Bu devrenin giriş empedansı, evirmeyen yükselteçlerde olduğu gibi, çok yüksektir. Gerilim izleyici devresi gerçekleştirmek için $\mu A741$ kullanılması durumunda Z_i , 200 M Ω kadar yüksek olabilir ve giriş kapasitansı yaklaşık olarak 1 pF'dır. Çıkış empedansı 1 Ω 'dan çok daha küçük ve bant genişliği yaklaşık 1 MHz olur. Çıkış empedansı 1 Ω 'dan çok

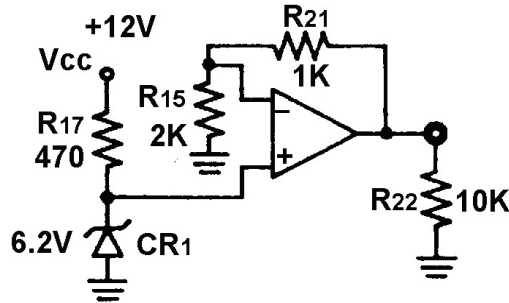


Şekil 5-15. Bağlantı diyagramı (KL-25007 blok b).

daha küçük olduğu için bu devrenin karakteristikleri, çok küçük bir yük direnci bağlanması durumunda kötüleşecektir. Özellikle büyük giriş sinyali uygulanması durumunda, işlemsel yükselteç çıkışı kolaylıkla doyuma gideceği için yükselme hızının etkisi çok önemli olacaktır.

5.4 Sabit Gerilim Devresi

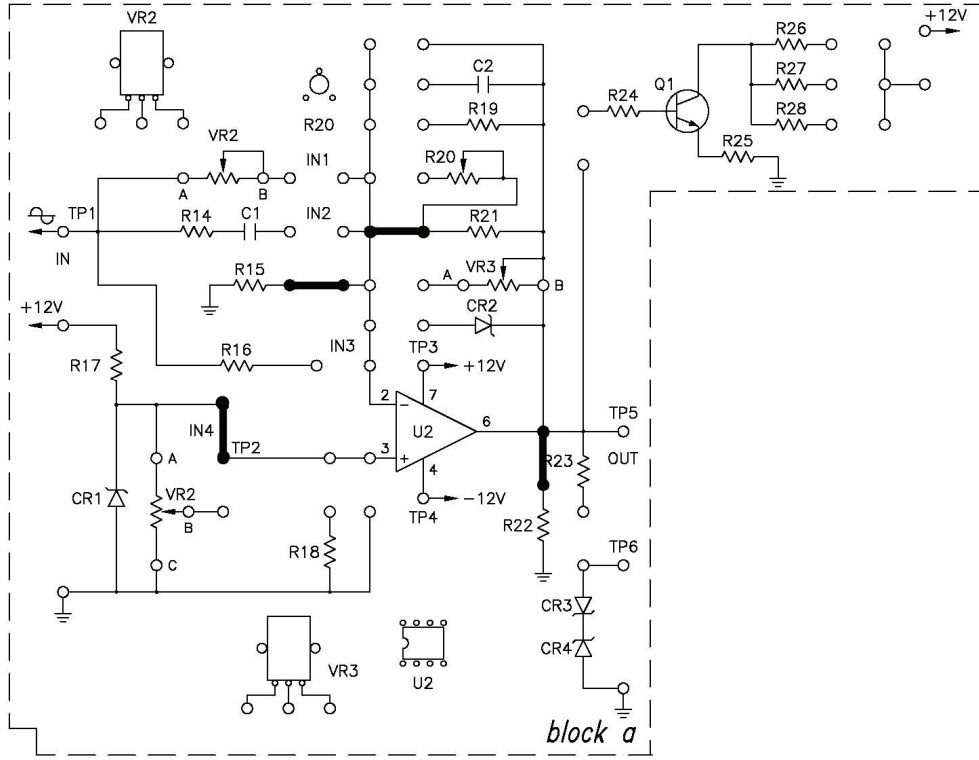
1. KL-25007 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneklerinin üzerine koyun ve a bloğunu belirleyin. Şekil 5-16'daki devre ve Şekil 5-17'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın.
2. KL-22001 Düzenekindeki +12 VDC ve -12 VDC sabit güç kaynaklarını KL-25007 modülüne bağlayın.
3. Multimetre (DCV kademesinde) kullanarak OUT (TP5) çıkış ucundaki gerilimin yaklaşık olarak sabit 9 V değerine sahip olup olmadığını ölçün.



Şekil 5-16. Sabit gerilim devresi (deney devresi).

Sonuçlar

Şekil 5-4 (a)'da gösterilen devrenin çıkış gerilimi, OP-AMP'ın besleme gerilimi tarafından sınırlandırıldığı için, regüle edilmiş gerilim değeri besleme geriliminden daha yüksek olamaz.



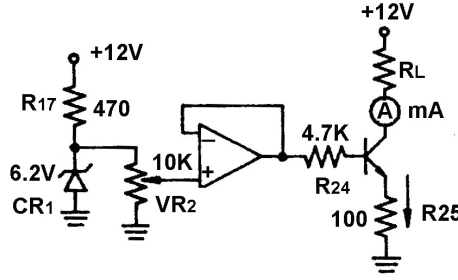
Şekil 5-17. Bağlantı diyagramı (KL-25007 blok a).

5.5 Sabit Akım Devresi

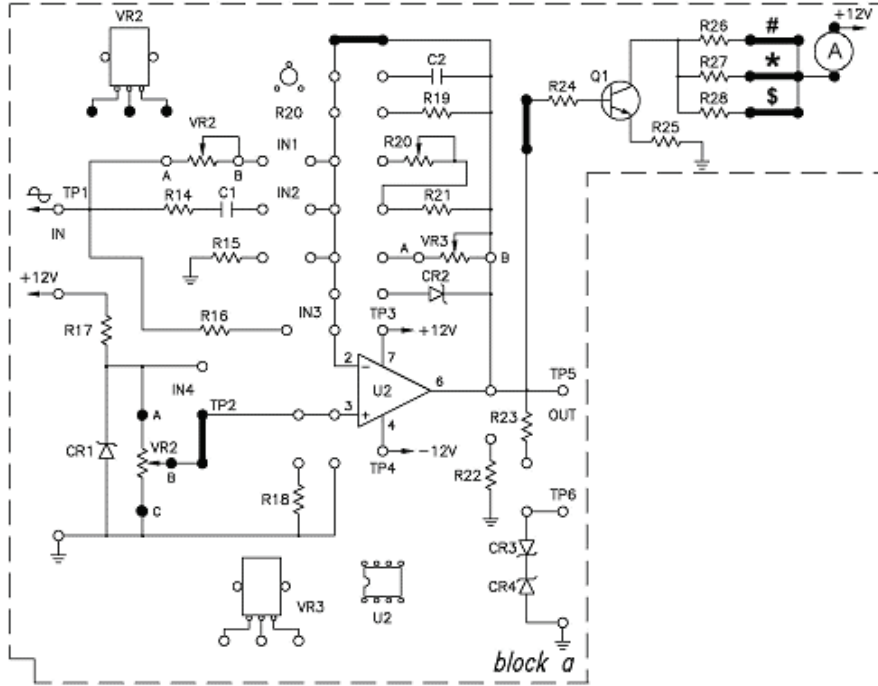
1. KL-25007 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneklerinin üzerine koyun ve a bloğunu belirleyin. Şekil 5-18'deki devre ve Şekil 5-19'daki bağlantı diyagramı yardımıyla (# ve \$ işaretli klipsler hariç) gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR2'yi devreye bağlayın. R27 (1 kΩ), R_L olarak kullanılmaktadır. KL-22001 Düzenekindeki +12 VDC ve -12 VDC sabit güç kaynaklarını KL-25007 modülüne bağlayın.
2. VR2'yi, referans gerilim (V_{ref}) 1 V olacak şekilde ayarlayın. Ampermetrede gösterilen I_L yük akımını okuyun ve TP5 (V_{TP5}) ucundaki çıkış gerilimini ölçün. Sonuçları Tablo 5-4'e kaydedin.
3. * işaretli klipsi devreden çıkartın ve # işaretli klipsi devreye bağlayın. Böylece R_L , 2.2 kΩ (R26) olarak değişmiş olur. 2. adımı tekrarlayın.
4. # işaretli klipsi devreden çıkartın ve \$ işaretli klipsi devreye bağlayın. Böylece R_L , 150 Ω (R28) olarak değişmiş olur. 2. adımı tekrarlayın.
5. Ölçülen I_L akım değerinin sabit kalıp kalmadığını kontrol edin.

Tablo 5-4. Sabit akım devresi ölçüm sonuçları.

R_L	1 kΩ	2.2 kΩ	150 Ω
V_{TP5}			
I_L			



Şekil 5-18. Sabit akım devresi (deney devresi).



Şekil 5-19. Bağlantı diyagramı (KL-25007 blok a).

Sonuçlar

Şekil 5-5'teki devrede I_C 'nin büyüklüğü I_B tarafından belirlenmektedir, $I_L = I_C = \beta I_B$. Bundan dolayı I_B sabit kaldığı sürece I_C de, R_L değerinden bağımsız olarak, sabit kalır. Eğer transistör doyum bölgesinde çalışırsa $I_C = (V_{CC} - V_C)/R_L$ olacağı için I_C değeri R_L değeri ile birlikte değiştirilebilir. Bu yüzden transistör, aktif bölgede çalışacak şekilde öngerilimlenmelidir.

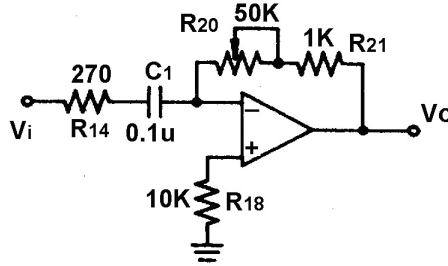
5.6 Türev Alıcı Devre

1. KL-25007 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneklerinin üzerine koyun ve a bloğunu belirleyin. Şekil 5-20'deki devre ve Şekil 5-21'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. KL-22001 Düzenekindeki +12 VDC ve -12 VDC sabit güç kaynaklarını KL-25007 modülüne bağlayın.
2. KL-22001 Düzenekindeki Fonksiyon Üretecini kullanarak IN ucuna 1 kHz'lik üçgen dalga işareti uygulayın. OUT çıkış ucuna osiloskop bağlayın.
3. Osiloskop ekranında maksimum, bozulmasız kare dalga şekli elde edilecek şekilde R20 (50 kΩ) direncini ayarlayın ve R20 değerini ölçün. $R20 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$

4. V_{IN} ve V_{OUT} gerilim dalga şekillerini Tablo 5-5'e kaydedin ($V_{OUT} = -RC_1 \frac{dV_{IN}}{dt}$).
5. V_{IN} 'in frekansını değiştirerek 3. ve 4. adımları tekrarlayın.

Tablo 5-5. Türev alıcı devre giriş ve çıkış dalga şekilleri.

	Dalga Şekli
V_{IN}	
V_{OUT}	



Şekil 5-20. Türev alıcı devre.

Sonuçlar

Geliştirilmiş bir türev devresi Şekil 5-22 (b)'de gösterilmiştir.

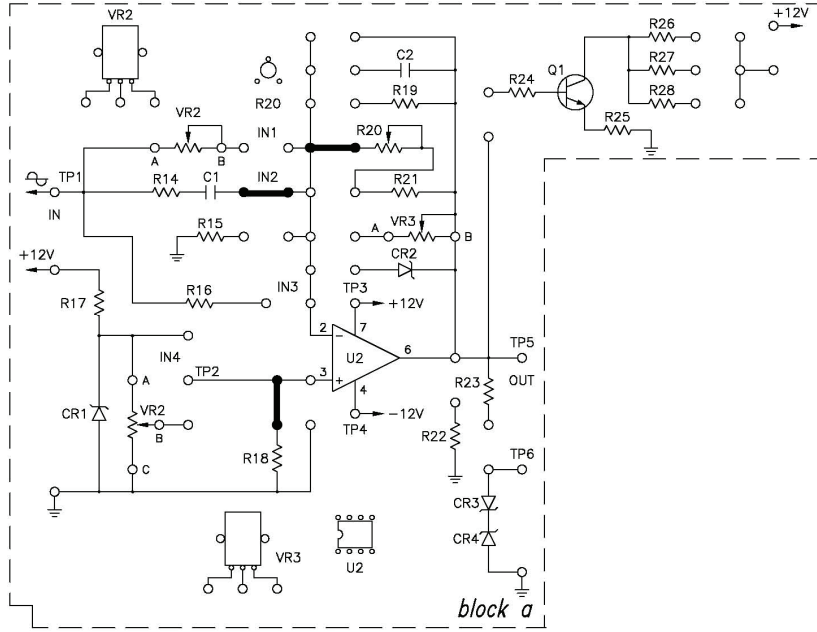
C_1 ve R_1 , Şekil 5-22 (a)'daki devrede üretilen kararsızlık ya da osilasyonu ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır. Burada $C_1 \ll C$ ve $R_1 \ll R$ 'dir.

C_1 ile, yukarısında X_{C_1} 'in hızlı bir şekilde küçüldüğü ve yüksek frekans kazancının ve aynı zamanda gürültünün azaldığı, maksimum bir türev frekansı ayarlanabilir.

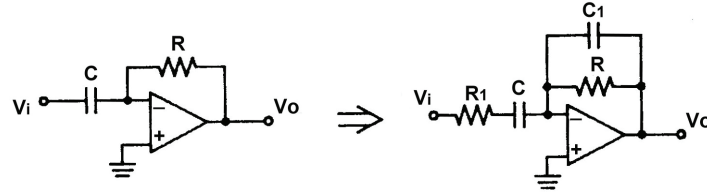
R_1 , yüksek frekans kazancını sınırlayarak devre çıkışının doyuma ulaşmasını ve osilasyon oluşmasını önler. Ayrıca giriş akımının azalmasına neden olur.

R_1 ve C_1 seçilirken şu kurala uyulmalıdır:

$$R_1 C = RC_1$$



Şekil 5-21. Bağlantı diyagramı (KL-25007 blok a).



Şekil 5-22. Türev alıcı devreler: (a) temel, (b) geliştirilmiş.

5.7 İntegral Devresi

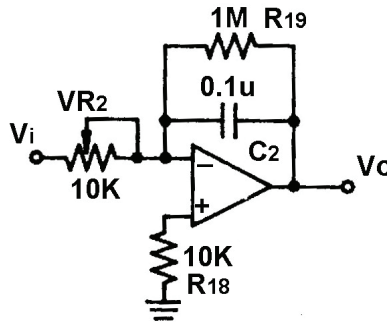
1. KL-25007 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneklerinin üzerine koyun ve a bloğunu belirleyin. Şekil 5-23'teki devre ve Şekil 5-24'teki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR2'yi devreye bağlayın. KL-22001 Düzenekindeki +12 VDC ve -12 VDC sabit güç kaynaklarını KL-25007 modülüne bağlayın.
2. KL-22001 Düzenekindeki Fonksiyon Üreticini kullanarak IN giriş ucuna 1 kHz, 0.5 V_{p-p}'lik kare dalga uygulayın. OUT çıkış ucuna osiloskop bağlayın. (Giriş frekansı: $f \geq \frac{1}{2\pi VR_2C_2}$)
3. Osiloskopta, doğrusalılığı iyi bir üçgen dalga görülünceye kadar VR2 (10 kΩ)'yi ayarlayın.
4. V_{IN} ve V_{OUT} dalga şekillerini ölçün ve Tablo 5-6'ya kaydedin.

Sonuçlar

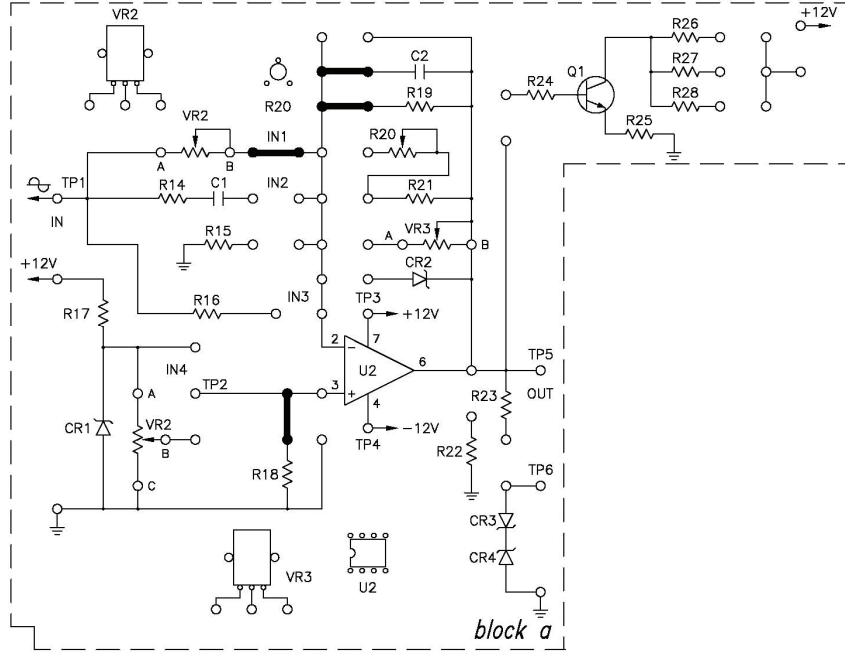
İntegral devresi, Şekil 5-25'te gösterilen alçak geçiren filtre gibi fonksiyon göstermektedir. İntegral alıcı devrenin, yukarıda çalışacağı, birinci köşe frekansı $f_1 = 1/(2\pi R_1C)$ iken devrenin etkisiz hale geleceği frekans değeri de $f_2 = 1/(2\pi RC)$ 'dir. Bu nedenle integral alıcı devrenin giriş sinyali frekansı f_1 ile f_2 arasında sınırlandırılmalıdır.

Tablo 5-6. Ölçülen giriş ve çıkış dalga şekilleri.

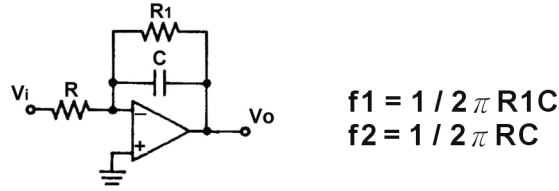
	Dalga Şekli
V_{IN}	
V_{OUT}	



Şekil 5-23. İntegral alıcı devre.



Şekil 5-24. Bağlantı diyagramı (KL-25007 blok a).



Şekil 5-25. Alçak geçiren filtre.

6 Deney Sonu Soruları

1. Eviren yükselteç devresinde ofset ayarı (VR3) yapmanın amacı nedir? Ofset ayarsız ve ayarlı durumlarda çıkış dalga şeklinde ne fark gözlemlediniz?
2. Gerilim izleyicinin kazancı 1 olduğu hâlde bu devre neden empedans uydurmada kullanılır?
3. Sabit akım devresinde yük direnci değiştiği hâlde yük akımı neden sabit kalır? Transistör doyum bölgesine girerse ne olur?
4. Türev alıcı devrenin pratik hâlde R_s (ya da R_1 ve C_1) ile integral alıcı devrenin pratik hâlde R_2 neden eklenir?