

DENEY NO: 5a

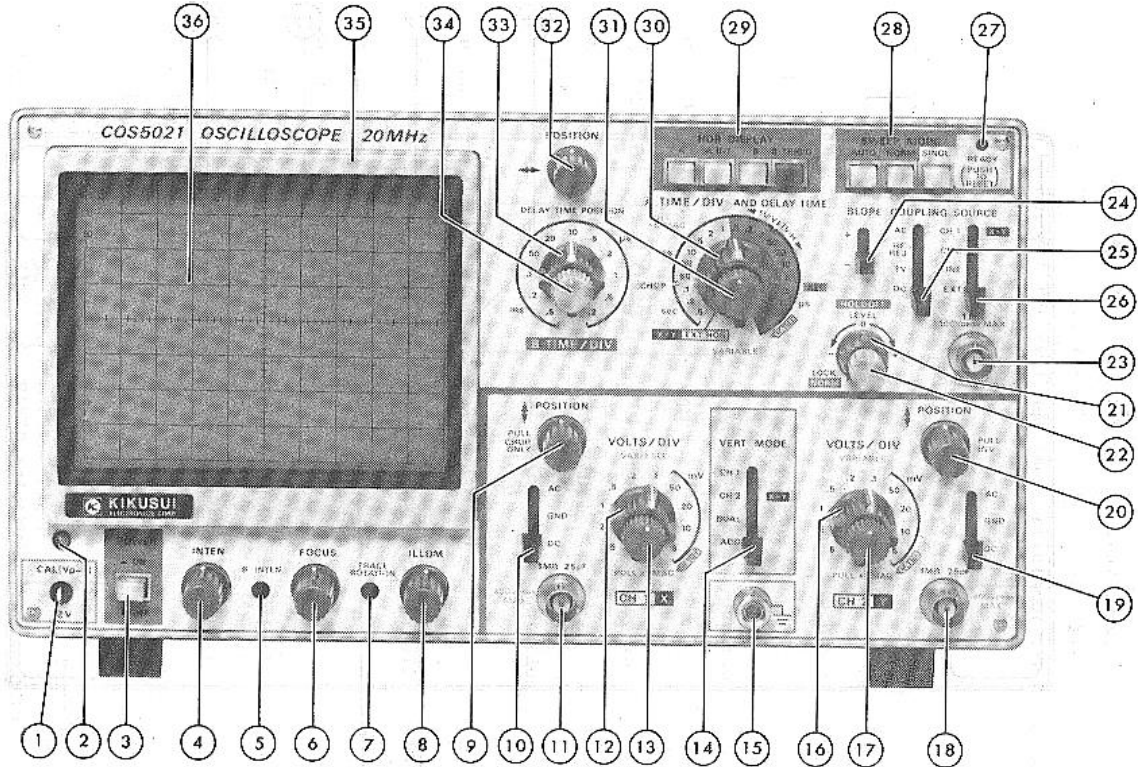
OSİLOSKOP KULLANIMI

Deneyin amacı:

Osiloskobu tanımak ve osiloskop yardımıyla bir elektriksel işaretin genlik, periyot ve frekansını ölçmesini öğrenmektir.

Genel Bilgiler:

Osiloskop, devre elemanlarının karakteristiklerinin çıkartılmasında ve zamana bağlı olarak değişen gerilimlerin incelenmesinde kullanılan bir ölçü aleti olup, çok hızlı değişen bir veya birden fazla sinyalin aynı anda incelenmesinde, genlik, frekans ve faz ölçümlerinde kullanılır. Zamana bağlı olarak değişen bir akım veya gerilim fonksiyonu, ibreli (analog) veya sayısal (digital) bir ölçme aleti ile ölçülebilmektedir. Fakat bu aletler fonksiyonun gerçek değişimi hakkında bilgi verememektedirler. Ancak değişim, kısa aralıklarla okunan değerlerin (zamanı da kaydederek) bir eksen takımı üzerinde gösterilmesi ile görülebilir ise de bu oldukça zor bir iştir. Bu nedenle, işareti zaman düzleminde gösteren bir ölçüm aleti olan osiloskoplar imal edilmiştir.



Şekil 1. COS5021 model osiloskobun ön paneli

Prob (Probe): İncelenecek işaretlerin osiloskop cihazına aktarılması için kullanılan bir çeşit kablodur. Bir ucu osiloskoba bağlanırken sivri olan diğer ucu devredeki incelenecek işaretin bulunduğu düğüme temas ettirilerek kullanılır. Proben bu ucunda genellikle krokodil konnektörü şeklinde bir de toprak bağlantısı bulunur. Osiloskop problemleri x1 ve x10 şeklinde ayarlanabilirler:

x1 : izlenen sinyali bozmadan ve değiştirmeden osiloskoba ulaştırır.

x10 : izlenen sinyal onda birine zayıflatılarak osiloskoba ulaştırılır. Bu takdirde, sinyalin gerçek genlik değeri ekranda görünen değerlerin 10 katıdır.

Bir osiloskobun kontrolünü sağlayan düğmeler üç gruba ayrılır;

GÖRÜNTÜ (DISPLAY) GRUBU:

Kalibrasyon(CAL)-(1):Osiloskobun özelliklerini test etmeye yarayan kare dalga osilatörü. Üzerinde frekansı ve genliği belirtilir. Osiloskobun test edilmek istenen kanalına prob yardımıyla uygulanır. Toprak bağlantısını yapmaya gerek yoktur.

Güç (Power)-(3): Osiloskop cihazının aç/kapa düğmesi. Cihaz çalışır durumda iken bu düğmenin üzerindeki LED (2)'de yanar.

Parlaklık (Intensity)-(4): Bu düğme ile ekrandaki çizginin parlaklığı ayarlanır. Kullanıcının gözlerinin zarar görmemesi ve ekranın (CRT) uzun ömürlü olması için parlaklığın, görüntünün görülebildiği en düşük ayara getirilmesi gereklidir.

Odaklama (Focus)-(6): Ekrandaki benek veya çizginin, uygun netlikte olmasını sağlar.

Yatay eğim (Trace rotation)-(7): Ekrandaki çizginin yatay eksene olan açısını ayarlar.

Aydınlatma (Illum)-(8): Ekran zemininin aydınlatılmasını sağlar.

Ekran (Screen)-(34): Yatay ve dikey çizgilerle bölünmüş bir koordinat sistemine sahip osiloskop ekranı. İncelenen işaretler buradan izlenir.

DÜŞEY KUVVETLENDİRİCİ (VERTICAL AMPLIFIER) GRUBU:

Her bir kanal (CH1 ve CH2) için ayrı olarak birer tane ayar düğmesi mevcuttur.

Genlik (VOLTS/DIV)-(12),(16): Bu düğme ile dikey saptırma çarpanı seçimi yani dikey eksenin ölçeklendirilmesi yapılır. Bu sayede ekrandaki yatay çizgilerin arasının kaç voltluk gerilime karşılık düşeceği ayarlanır.

Değişken Ayar (Var)-(13),(17): Bu düğme ile düşey saptırma çarpanı hassas olarak arttırılarak yüksek genliklere sahip işaretlerin incelenmesi sağlanır. Bu düğme tamamen sağa çevrilip kilitlenirse Volts/div değeri aynen alınır. Bu düğme tamamen sola çevrilirse Volts/div değeri 2.5 katsayısı ile çarpılmalıdır.

Giriş Kuplaj Seçici (Input Coupling Selector)-(10),(19): Her kanal için bir tane bulunur. Düşey kuvvetlendirici girişine uygulanacak işaretin kuplajı seçilir.

AC: Giriş sinyali, düşey kuvvetlendiriciye bir kapasite üzerinden uygulanır. Bu kapasite, işaretin DC bileşenini bloke eder ve sinyalin sadece AC bileşeninin görüntülenmesini sağlar.

GND: Bu konumda düşey kuvvetlendirici girişi topraklanır. Bu takdirde ekrandaki çizginin bulunduğu yer toprak (referans, GND) seviyesini gösterir.

DC: Bu konumda düşey kuvvetlendiriciye işaretin tüm bileşenleri uygulanır. Eğer bir işaretin tüm bileşenleri görülmek isteniyorsa, anahtar bu konumda olmalıdır. Düşük frekanslı işaretler bu seçenekte incelenmelidir.

İşaret Girişleri:

Kanal 1[X girişi] (Channel 1)-(11)

Kanal 2[Y girişi] (Channel 2)-(18)

Bir dış sinyalin düşey sapma sistemine uygulandığı iki adet BNC tipi konnektör bulunur. Giriş direnci 1M Ω değerindedir. Bu girişe uygulanabilecek en yüksek gerilim seviyesi kanal girişinde yazılıdır (genellikle 400 Volt).

Pozisyon (Position \cdot)-(9),(20): Ekrandaki görüntü düşey olarak hareket ettirilebilir.

Düşey Mod (Vertical Mode)-(14): Kanal 1 ve 2'nin işlem modlarının seçimini sağlar.

CH1: Yalnızca CH1 (X girişi) girişine uygulanan sinyal ekranda görüntülenir. (X-Y modunda bir çalışma oluyorsa bu mod seçilmelidir.)

CH2: Yalnızca CH2 (Y girişi) girişine uygulanan sinyal ekranda görüntülenir.

ADD: CH1 ve CH2'den uygulanmış iki işaretin toplamını gösterir.

DUAL: İki kanalı birden izlemeyi sağlar. Bazı osiloskop modellerinde bu mod ikiye ayrılmıştır:

ALT(alternate): Yüksek frekanslı ($T < 1 \text{ ms}$) iki işaretin aynı anda görüntülenmesi için;
CHOP: Düşük frekanslı işaretlerin ($T > 1 \text{ ms}$) aynı anda incelenmesi için kullanılır.

TARAMA (TIME BASE) GRUBU:

Tetikleme, incelenen işaretin ekranda doğru ve net olarak görülebilmesi için kullanılan bir işlemdir. Bu işlemin faydasını açıklamak için bir örnek verelim: Dönmekte olan bir tekerleğin veya pervanenin, hızına bağlı olarak insan gözü onu sanki duruyormuş veya çok yavaş dönüyormuş gibi görür. Benzer şekilde, incelenen işaretin periyodu osiloskop tarafından doğru olarak algılanıp, otomatik olarak doğru ayar yapılamazsa, ekrandaki görüntü sanki sağa veya sola hareket ediyormuş gibi görülecektir. Tetiklemenin doğru olması için işaretin belirli aralıklar için periyodik olması gereklidir.

Level (Seviye)-(21): Tetiklemenin arzulanan bir noktadan başlamasını sağlayan bir düğmedir.
EXT girişi (External Trigger)-(23): Bu girişe dışarıdan bir tetikleme sinyali uygulanabilir. Uygulanabilecek gerilim seviyeleri girişin hemen altında yazılıdır.

Slope (Eğim)-(24): Tetiklemenin pozitif / negatif eğimle yapılmasını sağlayan bir anahtardır.

Kuplaj (Coupling)-(25): Tetikleme kaynağı ile tetikleme devresi arası kuplaj seçilir.

AC: AC kuplaj

HF REF: AC kuplaj türü. 50 kHz'den yüksek frekanslı işaretler kabul edilmez.

DC: DC kuplaj

TV: Televizyon işaretlerinin incelenmesinde kullanılır. Bu amaçla tetikleyici devre, televizyonun senkronizasyon ayırıcı devresi ile birleştirilir.

Tetikleme Kaynağı (Triggering Source)-(26): Tetikleme kaynağının seçimi yapılır:

CH1: Birinci kanaldan uygulanan sinyali tetikleme sinyali olarak kabul eder.

CH2: İkinci kanaldan uygulanan sinyali tetikleme sinyali olarak kabul eder.

LINE: Şebeke frekansını tetikleme sinyali olarak kabul eder.

EXT: Dışarıdan (EXT girişi) uygulanan bir sinyali tetikleme sinyali olarak kabul eder. Kararlı bir görüntü için dış tetikleme sinyali ile ekranda görüntülenmesi istenen sinyal arasında bir bağıntı olmalıdır.

Tetikleme veya Süpürme modu (Triggering or Sweep Mode)-(28):

AUTO: Ekrandaki görüntüyü 20 Hz'lik bir tetikleme sinyali ile tetikler. Tetikleme seviyesi level düğmesi ile ayarlanır.

NORM: Ekrandaki görüntüyü tetikleme sinyali olarak kabul eder.

SINGLE: Tekil tarama (süpürme) işleminde kullanılır.

Zaman ayarı (Time/Div)-(30): Bu komütatör ile yatay tarama değerleri seçilerek yatay eksenin (zaman eksenini) ölçeklendirilmesi yapılır. Ayar değeri periyot ölçümünde kullanılır.

VAR Time/Div-(31): Var düğmesi en sağa çevrilerek kilitlenirse, Time/Div' deki değer olduğu gibi alınır. VAR düğmesi açılıp en sola getirilirse, 2.5 kat daha yavaş işaretler de (daha büyük periyoda sahip işaretler) incelenebilir.

Pozisyon (Position \leftrightarrow)-(32): Bu düğme ile ekrandaki görüntü yatay olarak hareket ettirilir.

Osiloskopta, kaybolan görüntünün bulunması:

Bu amaçla ilk olarak parlaklık düğmesinin durumu kontrol edilir. Bu düğme orta konuma getirilir. Daha sonra hangi kanaldan işaret uygulanmışsa, bu kanalın kuplajı GND konumuna alınır. Ardından düşey hareketi sağlayan düğme (\updownarrow) yardımı ile işaret bulunur. Bulunan çizgi, ekranın ortasında bulunan yatay eksenini örtecek şekilde konumlandırılır. Bu seviye, toprak (referans) seviyesine karşı gelmektedir. Daha sonra işaret hangi modda (AC veya DC) incelenecekse, kuplaj seçici anahtar bu konuma getirilir.

Osiloskopta görülen işaretlerin incelenmesi:

Osiloskop, elektriksel işaretlerin (gerilimlerin) zamanla nasıl değiştiğini incelemek için kullanılır, Bu nedenle periyot ölçümü önemlidir. Bir işaretin periyodunu ölçmek için, bir tam

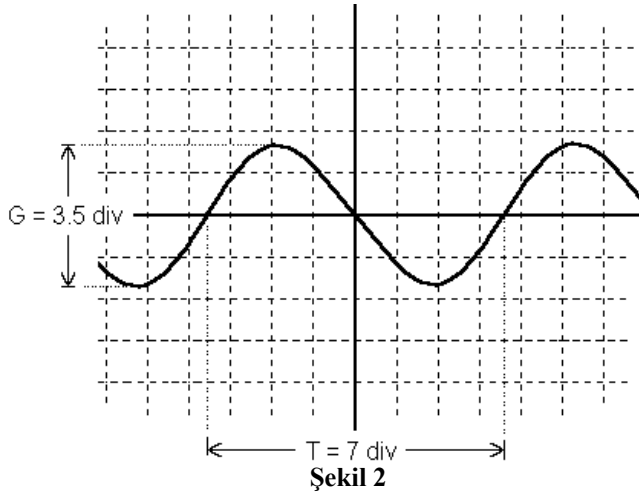
dalga boyunun kaç kare (div) genişliğinde olduğuna bakılır. Bu değer Time/div kademesinde ayarlanan değerle çarpılarak periyod süresi (T) elde edilir.

Eğer işaretin frekansı isteniyorsa:

$$f = \frac{1}{T}$$

Formülü ile frekans elde edilir.

Osiloskop ekranında görülen işaretin belli bir andaki genlik değerini elde etmek için dikey eksen izlenir. İşaretin o andaki değerinin toprak seviyesine olan uzaklığı ölçülür. Bu elde edilen değer genlik ayarı ile belirtilen (Volts/div) değerle çarpılır. Örnek:



Şekil 2'de görülen işaretin genlik ve frekansını bulmak için şu adımlar izlenir:

1. İşaretin bir tam periyodu ölçülür:
 $T = 7 \text{ div (kare)}$
2. T hesaplanır: (30) Time/div = 0,1 ms
 $T = 7 * \text{div} \Rightarrow T = 0,7 \text{ ms} = 700 \mu\text{s}$
3. $f = 1/T$ formülünden frekans değeri:
 $f = 1428 \text{ Hz}$
4. Tepeden tepeye genlik değeri:
 $G = 3,5 \text{ div (kare)}$
5. A hesaplanır: (12) Volts/div = 1 V
 $G = 3,5 * 1 \text{ V} = 3,5 \text{ V}$

$$6. \text{ Sonuç: } V_i(t) = A * \sin(2\pi f t)$$

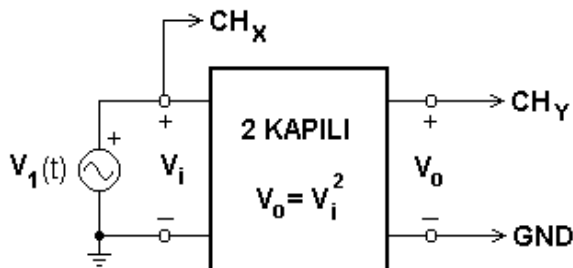
$$V_i(t) = 1,75 * \sin(2\pi * 1428 t)$$

Osiloskopta, X-Y Çalışma Modu:

Bazen biri diğerinin bir fonksiyonu [$y=f(x)$] olan iki işaretin değişimi incelenmek istenebilir. Bu takdirde osiloskopta, X-Y çalışma modu kullanılır. Bu amaçla Time/Div anahtarı X-Y konumuna alınıp (Bazı osiloskop modellerinde X-Y modu Time/Div dışındaki başka bir düğme ile ayarlanır), düşey modda hangi kanal X-Y çalışma modu için kullanılıyorsa bu kanal seçilir. Bu takdirde yatay eksen, zamanı değil, X kanalından girilen işareti temsil eder. Düşey eksen de yatay eksendeki işaretin fonksiyonu olan diğer bir işareti gösterir. Böylece iki işaret arasındaki ilişki ekranda görüntülenir.

Örnek verirsek: önce bir fonksiyonu koordinat sisteminde nasıl çizeceğimizi düşünelim. Bunun için en iyi yol belli x değerleri için $y=f(x)$ 'in sonuçlarının hesaplamaktır. Daha sonra bu değerler X-Y düzlemine noktalar konularak gösterilir ve bu noktalardan geçen eğri çizilir. Osiloskopta ise sürekli değişen bir işaretin (gerilim) yatay eksene verilmesi üzerine dikey eksen de diğer işaretin aldığı değerler izlenir.

Örneğin, Şekil 3a'daki devreyi inceleyelim. Devredeki iki kapılının çıkış geriliminin fonksiyonu şu şekildedir:

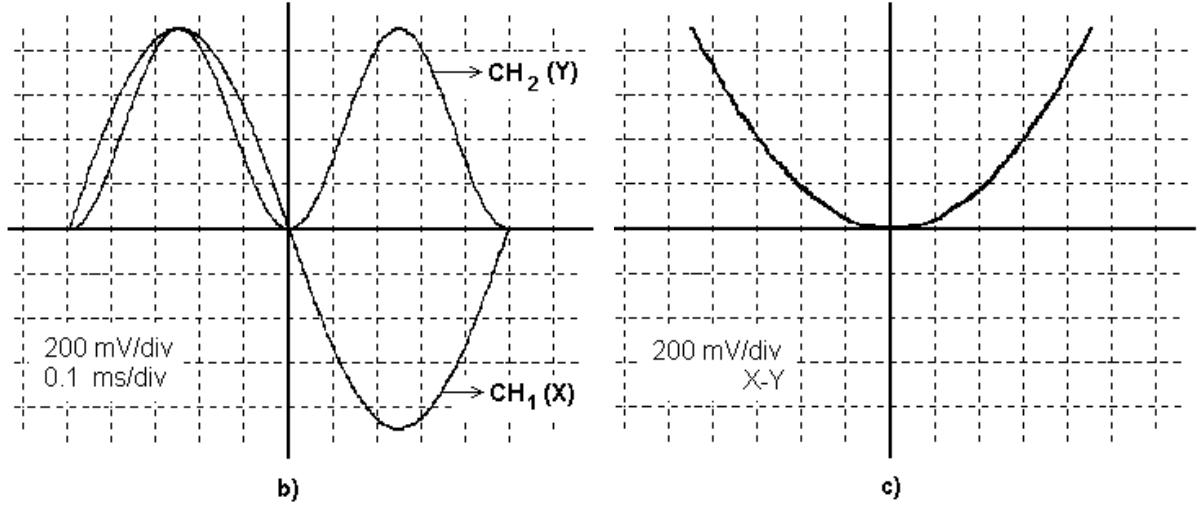


Şekil 3a

$$V_o = V_i^2$$

Şekil 3a'daki devrede, 2-kapılının girişine $V_1(t) = V_i(t) = \sin(2\pi * 1000t)$ V biçiminde bir işaret uygulanırsa, giriş $V_i(t)$ ve çıkışın $V_o(t)$ zamana göre değişimleri Şekil 3b'deki gibi olur. Gerekli osiloskop bağlantısı yapıldığında ve DUAL modu ayarlandığında

iki işaret Şekil 3b deki gibi ekranda da görülür.



Şekil 3b

Bu durumdayken osiloskop X-Y Moduna alınırsa iki kapılının giriş-çıkış karakteristiği ekranda görülür. Bu karakteristik de Şekil 3c gösterilmiştir.

Not: Yukarıdaki şekillerde, eksenler üzerinde ölçeklendirme yapılmamış, dikey ve yatay eksenlerin ölçekleri sol alt köşelerde belirtilmiştir. Her iki kanalın da genlik ayarları aynıdır.

Deney Öncesi Hazırlıklar:

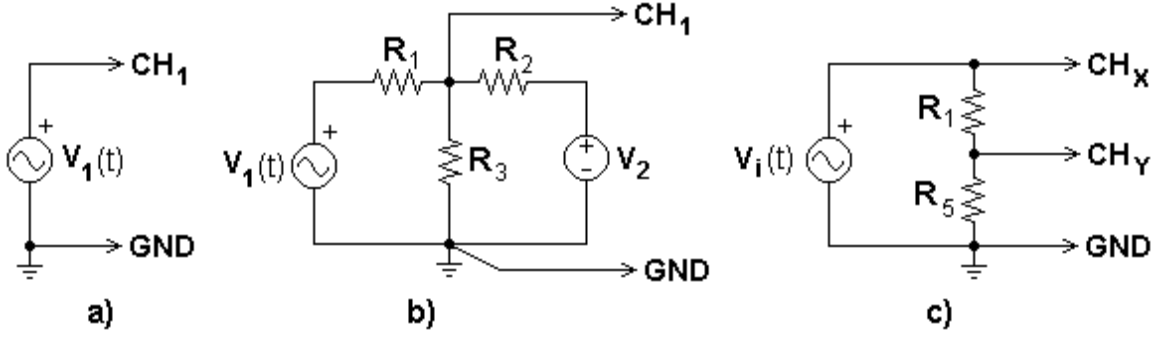
1. Osiloskop düğmelerinin işlevini öğreniniz.
2. Şekil 4b'de verilen devrede V_{R3} gerilimini $v_1(t)$ ve V_2 cinsinden elde ediniz. Zamana göre çiziniz değişimini çiziniz.
3. Tablo 1'deki periyot sütununu hesaplayarak doldurunuz.
4. Şekil 4c'deki devrede $R_1 \gg R_5$ olması durumunda $\frac{CH_x}{CH_y}$ oranını bulunuz.

Deney Öncesi Hazırlık Raporunda İstenenler:

1. ORCAD 16.3 programını kullanarak **deneyde gerçekleştireceğiniz bütün devrelerin** simülasyonunu(devrede bağlantı dışında kaynak ya da eleman değeri değişikliği varsa da ayrı simülasyon sonucu olmalıdır.) **deney sırasında yapılacaklar** bölümünde anlatılan şekilde yapınız ve elde ettiğiniz simülasyon sonuçlarını grafiksel olarak raporunuza ekleyiniz. Tablolar varsa hesap sütunlarını doldurunuz. *Bu ön çalışma, laboratuarda yapacağınız ölçümleri kontrol etmeniz açısından birinci derece önem taşımaktadır.*
2. Deney öncesi hazırlıklar bölümündeki istenenleri sırasıyla bulunuz ve düzenli bir şekilde raporunuza yazınız.

Malzeme ve Cihaz Listesi:

1. $R_1 = R_2 = R_3 = 2.2k\Omega$ üç adet direnç
2. $R_4 = 4.7k\Omega$ bir adet direnç
3. $R_5 = 82 \Omega$ bir adet direnç
4. Bir adet Milimetrik kağıt
5. Dijital Multimetre
6. Deney Seti (CADET-I ve II)
7. Osiloskop ve iki adet prob
8. Pens, keski, montaj kablosu

Deney Sırasında Yapılacaklar:**Şekil 4**

- Şekil 4a'da gösterilen devreyi kurunuz. Daha sonra aşağıda verilen şekilde $v_1(t)$ gerilimini ayarlayınız. Bu ayarlamayı yaparken osiloskop ekranındaki işaretin periyodundan faydalanmanız gerektiğini unutmayınız.
 - $v_1(t) = \sin(2\pi \cdot 1000t)$ V
 - $v_1(t) = 2 \cdot \sin(2\pi \cdot 20000t)$ V
- Şekil 4b'deki devreyi kurunuz. $v_1(t)$ ve V_2 gerilimlerini Tablo 1'e göre ayarlayınız. Osiloskop ekranında gözlediğiniz işaretleri ölçekli olarak çiziniz. (Not: CH1'in kuplaj ayarının DC olması gereklidir, nedenini düşününüz)

Tablo 1

Adım	$v_1(t) = A \cdot \sin(2\pi f t)$ V			V_2 [Volt]
	A	F [Hz]	$T=1/f$ [ms]	
1	1	5 000		2
2	2	10 000		2
3	2	50 000		5

- Şekil 4c'deki devreyi kurunuz. $v_1(t) = 4 \cdot \sin(2\pi \cdot 200t)$ Volt olarak ayarlayınız. Osiloskobu DUAL moduna getirerek ekranda gördüğünüz işaretleri ölçekli olarak çiziniz
- Osiloskobu X-Y moduna getirerek ekranda gördüğünüz şekli çiziniz ve yorumlayınız.
- Aynı devrede R_1 yerine R_4 bağlayınız. Osiloskobun X-Y modunda gözlediğiniz işareti çiziniz.

Sorular:

- Herhangi bir iki uçlu elemanın akım-gerilim karakteristiği osiloskop yardımıyla nasıl incelenebilir?
- Osiloskobun X-Y modunda yatay eksen için ayarlanacak AC kaynağın frekansının seçiminde nelere dikkat edilmesi gerekir? (İpucu: Bu frekansın düşük olmasının yaratabileceği sorunlar nelerdir?)
- Osiloskobun birinci kanalına $v_1(t) = \sin(2\pi \cdot 10.000t)$ V, ikinci kanalına ise $v_2(t) = \text{sgn}[\sin(2\pi \cdot 5.000t)]$ V biçiminde birer işaret uygulanırsa, DUAL (ALT veya CHOP) ve ADD modlarında gözlenecek işaretleri ölçekli olarak çiziniz.

$$\text{Not: } \text{sgn}(x) = \begin{cases} +1 & : x \geq 0 \\ -1 & : x < 0 \end{cases} \text{ (işaret fonksiyonu)}$$

- Osiloskobun girişlerine sırası ile $v_1(t) = \sin(2\pi \cdot 400t)$ V ve $v_2(t) = \cos(2\pi \cdot 400t)$ V işaretleri verildiği takdirde; DUAL (ALT veya CHOP) ve X-Y modlarında gözlenecek işaretleri ölçekli olarak çiziniz.

DENEY NO: 5b

İŞLEMSEL KUVVETLENDİRİCİ VE UYGULAMALARI

Deneyin Amacı:

İşlemsel kuvvetlendirici elemanını tanıtmak ve bu elemanı kullanarak çeşitli uygulamalar yapmaktır.

Genel Bilgiler:

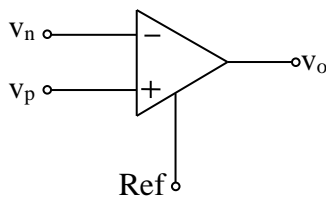
İşlemsel kuvvetlendirici yani opamp, analog devrelerde çeşitli matematiksel işlemleri gerçekleştirmek amacı ile kullanılır. Bu deneyde çarpma, toplama, integral alma gibi matematiksel işlemler incelenecektir. İşlemsel kuvvetlendiriciler, çeşitli ölçü ve kontrol sistemlerindeki regülatör, osilatör, logaritmik kuvvetlendirici, tepe dedektörü ve gerilim karşılaştırıcısı gibi devrelerde de kullanılmaktadır.

İşlemsel kuvvetlendiricinin gerilim kazancı çok yüksek olup farklı değerde olabilir. Tiplerine bağlı olarak on binden, bir milyon arasındadır, fakat daha çok kazançlı olanları da bulunabilir. Giriş dirençleri oldukça büyüktür: 10^3 ile 10^{15} Ohm arasındadır. Çıkış dirençleri ise çok küçük olup 1 ile 1000 Ohm arasındadır. Frekans sınırları DC'den başlayıp, GHZ mertebelerine kadar çıkmaktadır.

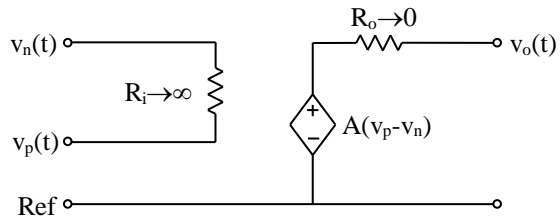
İşlemsel yükseltecin içinde yaklaşık 30 adet transistor, 10 adet direnç ve birkaç adet diyot bulunur. Yapısı yarı iletken entegre şeklinde olup hacimleri küçük ve maliyetleri oldukça düşüktür. Güç sarfiyatları az olup, kararlı oldukları için oldukça karmaşık sistemlerde çok sayıda kullanılabilirler. /1/

İdeal işlemsel kuvvetlendirici :

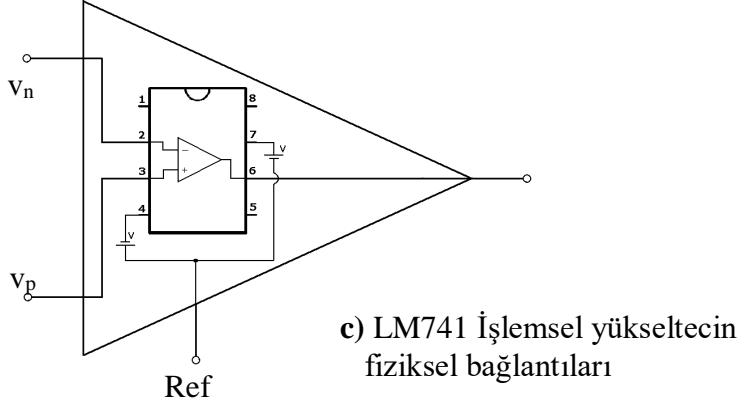
$$i_p = 0, i_n = 0, v_p = v_n \quad (1)$$



a) İşlemsel kuvvetlendiricinin devre sembolü



b) İşlemsel kuvvetlendiricinin bağımlı gerilim kaynağı ve dirençlerden oluşmuş küçük işaret eşdeğeri



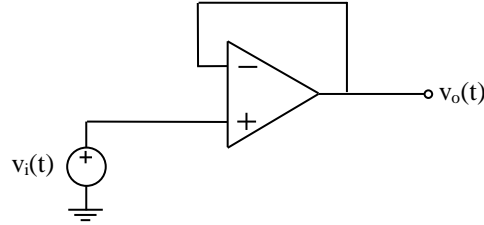
Şekil 1. İşlemsel kuvvetlendiricinin sembolü ve küçük işaret eşdeğer ve fiziksel şeması

İşlemsel yükseltecin iki giriş ve bir çıkış ucu vardır. Besleme kaynağı genellikle simetrik olup, buralara $+V$ ve $-V$ gerilimleri uygulanır.

OPAMP Uygulamaları:

Gerilim Takipçisi (Voltage follower, Buffer):

İşlemsel kuvvetlendiricinin sonsuza yaklaşan giriş direnci ve sıfıra yaklaşan çıkış direnci sayesinde Şekil 2'deki devre yardımıyla gerilim takipçisi devresi gerçekleştirilir.



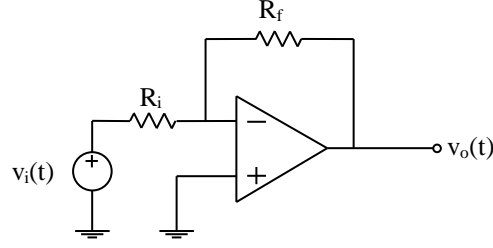
Şekil 2. Gerilim takipçisi

Gerilim takipçisinde: $v_o(t) = v_i(t) \Rightarrow H_V = \frac{V_o}{V_i} = 1$

Gerilim takipçisinin giriş direnci çok büyük olduğu için kendisinden önceki devreyi yüklemeyebilir. Çıkış direnci çok küçük olduğundan, kendisinden sonraki devre için ideal gerilim kaynağı gibi davranır. Kazancı da birdir. Bu özelliklerinden dolayı buna izolasyon amplifikatörü veya buffer adı da verilir.

İşaret Değiştiren (Eviren) Kuvvetlendirici (Inverting Amplifier):

Bu devre Şekil 3'deki gibidir. Burada R_i giriş direnci, R_f geri besleme direnci olup, devrenin girişine $v_i(t)$ gerilim kaynağı bağlandığında, çıkıştaki $v_o(t)$ gerilimi aşağıdaki şekilde bulunur.

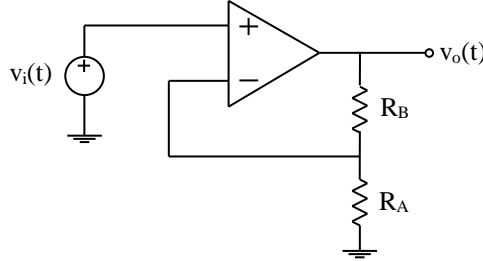


Şekil 3. Eviren Kuvvetlendirici

$$\text{Çıkış gerilimi: } v_o(t) = -\frac{R_f}{R_i} v_i(t) \quad (3)$$

$$\text{Gerilim Kazancı} = H_v = \frac{v_o(t)}{v_i(t)} = -\frac{R_f}{R_i} \quad (4)$$

İşaret Değiştirmeyen (Evmeyen) Kuvvetlendirici (Non-inverting Amplifier):



Şekil 4. Evmeyen Kuvvetlendirici

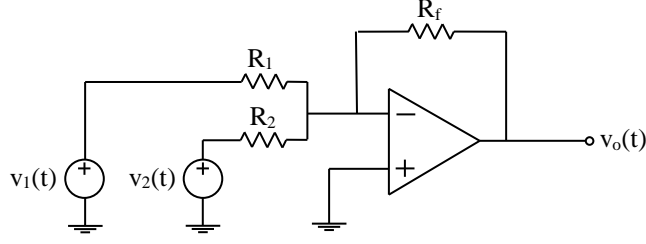
$$\text{Devreden hareketle; } v_o(t) = \left(1 + \frac{R_B}{R_A}\right) v_i(t) \quad (5)$$

$$\text{Gerilim Kazancı} = H_v = \frac{v_o(t)}{v_i(t)} = 1 + \frac{R_B}{R_A} \quad (6)$$

Görüldüğü gibi evmeyen kuvvetlendirici için gerilim kazancı her zaman 1'den büyüktür.

Toplama Devresi:

Şekil 5'deki devre ile iki ya da daha çok bağımsız giriş işaretinin toplamı (daha açıkçası lineer kombinezonu) elde edilir. Bu devre, aynı zamanda çok girişli eviren toplayıcı devresidir.



Şekil 5. Toplama Devresi

Çıkış işaretinin denklemi iki giriş işareti için aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$v_o(t) = - \left[\frac{R_f}{R_1} v_1(t) + \frac{R_f}{R_2} v_2(t) \right] \quad (7)$$

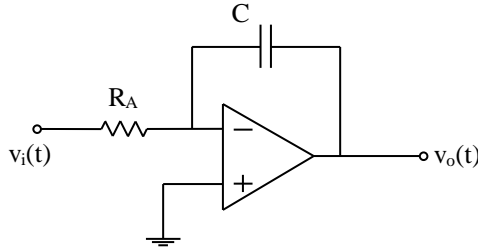
Genel olarak k tane giriş için aşağıdaki ifade yazılabilir.

$$v_o(t) = -R_f \sum_{i=1}^k \frac{1}{R_i} v_i(t) = -R_f \sum_{i=1}^k G_i v_i(t) \quad (8)$$

İntegral Alıcı Devre (Integrator)

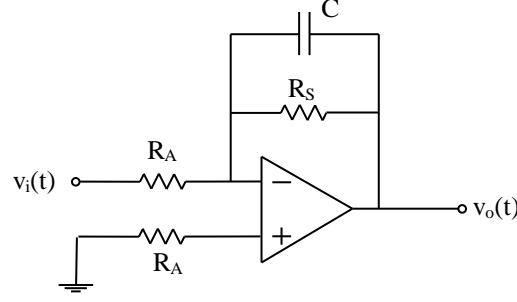
Şekil 3'deki eviren kuvvetlendirici devresinde R_f yerine C elemanı konularak Şekil 6'daki integratör devresi elde edilir. Çıkış gerilimi, giriş geriliminin integrali biçiminde olur.

$$v_o(t) = - \frac{1}{R_A C} \int_0^t v_i(t) dt \quad (9)$$



Şekil 6. İntegral Alıcı Devre

Şekil 6'deki devrede giriş off-set geriliminin işlemsel kuvvetlendiriciyi bir süre sonra doyuma götürmesini engellemek için, C kapasitesine paralel bir R_s direnci bağlanır. (Off-set gerilimi: İşlemsel kuvvetlendiricilerde karşılaşılan sorunlardan birisi de giriş gerilimlerinin sıfır olmasına rağmen, çıkış geriliminin sıfır olmamasıdır. Değişken işaretler kuvvetlendirilirken önemli olmayan bu durum, özellikle doğru gerilim kuvvetlendiricilerinde ve büyük kazançlı işlemsel kuvvetlendirici ile kurulan devrelerde sorun olur. Off-set gerilimi olarak adlandırılan bu gerilim, özellikle giriş katını oluşturan elemanların tam olarak özdeş olamaması ve eleman toleranslarından kaynaklanır.) Ayrıca giriş kutuplama akımlarının eşit olamayışından doğacak off-set gerilimini ve bu gerilimin etkilerini gidermek için + uç ile toprak arsına R_A direnci bağlanır.



Şekil 7. İntegral Alıcı Devre

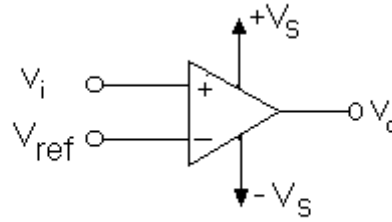
Devrenin bir integral alıcı olarak görev yapabilmesi için girişine uygulanan işaretin frekansı

$$f_i > f_c = \frac{1}{2\pi R_S C} \quad \text{olmalıdır.}$$

$f_i < f_c$ olduğunda, devre eviren yükselteç olarak çalışır ve kazanç, $\frac{R_S}{R_A}$ olur.

Nonlinear Op – Amp Uygulaması (Karşılaştırıcı Devresi)

Karşılaştırıcı, bir giriş gerilimi ile bir referans gerilimini karşılaştıran devredir. Karşılaştırıcının çıkışı giriş geriliminin referans geriliminden aşağıda yada yukarıda olduğunu ifade eder. Giriş sinyali referans geriliminden büyükse çıkış pozitif besleme gerilimine, küçükse negatif besleme gerilimine gider. Basit bir karşılaştırıcı devresi aşağıda verilmiştir.

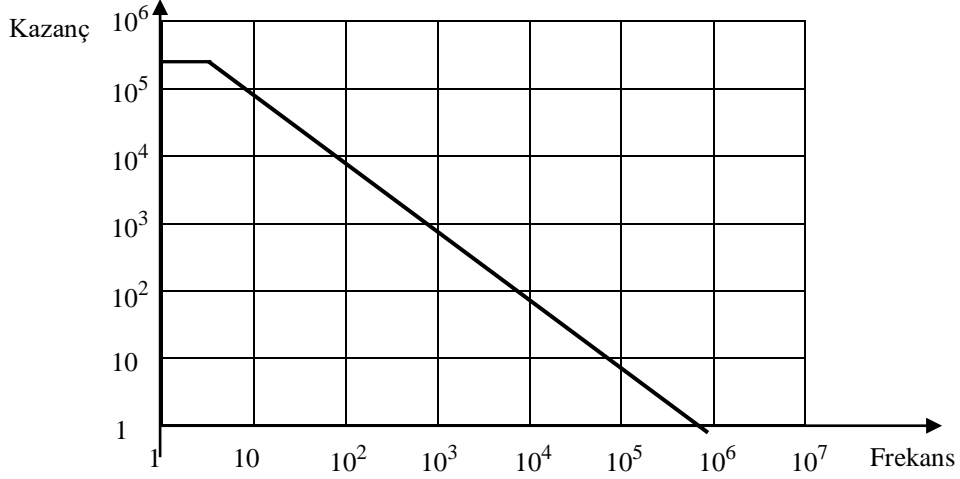


Şekil 8. Karşılaştırıcı Devresi

İşlemsel Kuvvetlendiricinin Seçimi:

Önceki bölümde verilen devreler birçok işlemsel kuvvetlendirici kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bunlar için en sık rastlanan ve genel amaçlı bir işlemsel kuvvetlendirici olan 741 entegresi uygundur.

741 için açık çevrim kazancının frekansla değişimi Şekil 9'da verilmiştir. İşlemsel kuvvetlendiricinin açık çevrim kazancı, istenen en yüksek frekans için devrenin gerilim kazancından, en az 20 katı olmalıdır. Örneğin, 10kHz'lik işaretleri kuvvetlendirecek bir devrede 741 işlemsel kuvvetlendirici elemanı kullanılacaksa Şekil 9'da görüldüğü gibi, 741'in 10kHz'deki açık çevrim kazancı yaklaşık olarak 100 olacaktır. Demek ki, kuvvetlendirici devresinin gerilim kazancı 5'den küçük olmalıdır.



Şekil 9. Açık Çevrim Kazancının Frekansla Değişimi

İşlemsel kuvvetlendirici seçiminde diğer bir faktör, yükselme eğimi (Slew rate)'dir. Yükselme eğimi SR, çıkışın değişebildiği maksimum değer olarak tanımlanır. $SR = \left[\frac{dv_o(t)}{dt} \right]_{\max}$

741 için $0.5 \text{ V}/\mu\text{s}$ 'dir. Tepeden tepeye genliği 1 V olan sinüzoidal bir gerilim uygulandığında 741'in en yüksek çalışma frekansı, $f_{\max} = [(0.5 \text{ V}/\mu\text{s}) / 2 \cdot 1 \text{ V}] = 250 \text{ kHz}$ olur.

Sonuç olarak, girişteki gerilimin genliği artırıldığında, işlemsel kuvvetlendiricinin çalışabileceği maksimum frekans değeri azalacaktır. 318 işlemsel kuvvetlendiricisinin gerilimin frekansla değişimi $70 \text{ V}/\mu\text{s}$ 'dir. Dolayısıyla, tepeden tepeye gerilimi 1V olan sinüzoidal bir gerilim uygulandığında 318'in en yüksek çalışma frekansı 35 MHz olur. Ancak 318'in fiyatı da bu oranda yüksektir.

Deney Öncesi Hazırlıklar:

1. LM741 tümdevresinin katalog bilgilerini inceleyiniz.
2. Deneyde kullanacağınız devreler için tabloda verilen direnç değerlerini kullanarak çıkış gerilimlerini ve kazançları teorik olarak hesaplayınız. (İşlemsel kuvvetlendiricileri ideal alınız.)

Deney Öncesi Hazırlık Raporunda İstenenler:

1. ORCAD 16.3 programını kullanarak **deneyde gerçekleştireceğiniz bütün devrelerin** simülasyonunu(devrede bağlantı dışında kaynak ya da eleman değeri değişikliği varsa da ayrı simülasyon sonucu olmalıdır.) **deney sırasında yapılacaklar** bölümünde anlatılan şekilde yapınız ve elde ettiğiniz simülasyon sonuçlarını grafiksel olarak raporunuza ekleyiniz. Tablolar varsa hesap sütunlarını doldurunuz. *Bu ön çalışma, laboratuvarında yapacağınız ölçümleri kontrol etmeniz açısından birinci derece önem taşımaktadır.*
2. Deney öncesi hazırlıklar bölümündeki istenenleri sırasıyla bulunuz ve düzenli bir şekilde raporunuza yazınız.

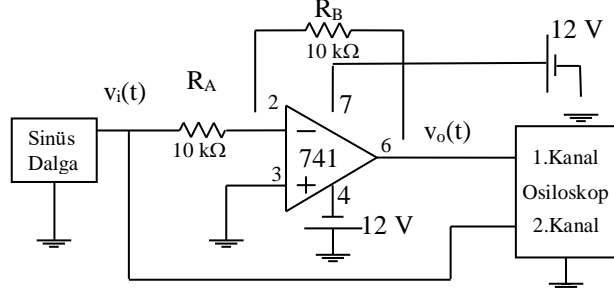
Malzeme ve Cihaz Listesi:

1. LM741 İşlemsel Yük. 2 adet
2. 10 kΩ direnç 3 adet
3. 15 kΩ, 27 kΩ, 47 kΩ, 100 kΩ direnç 1'er adet
4. 1 kΩ direnç 2 adet

5. 1 adet 22nF kapasite
6. Bir adet milimetrik kağıt
7. Dijital Multimetre
8. Deney Seti (CADET I-IT)
9. Osiloskop ve iki adet prob
10. Pens, keski, montaj kablo

Deney Sırasında Yapılacaklar:

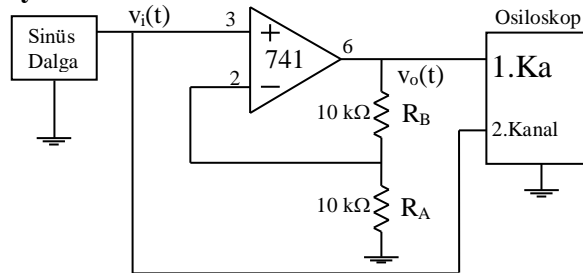
İşaret Değiştiren Kuvvetlendirici Deneyi:



- a) 7 ve 4 numaralı uçlar ile toprak arasına, sırasıyla +12 V ve -12 V doğru gerilim uygulayınız.
- b) Osiloskobun CH₁ ve CH₂ kanallarını uygun konuma getiriniz.
- c) Sinüzoidal kaynak gerilimini (tepeden tepeye) 0.2 V'a, frekansını 1 kHz'e ayarlayınız.
- d) $v_i(t)$ ve $v_o(t)$ gerilimlerinin zamanla değişimini çiziniz ve aralarındaki farkın nedenini (genlik ve faz) olarak açıklayınız.
- e) Girişteki $v_i(t)$ sinüzoidal geriliminin tepeden tepeye 200 mV olan değerini değiştirmeden farklı R_B direnç değerleri için aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

R_B (kΩ)	Tepeden Tepeye V_O	<i>Kazanç</i>
15		
47		

İşaret Değiştirmeyen Kuvvetlendirici Devresi:

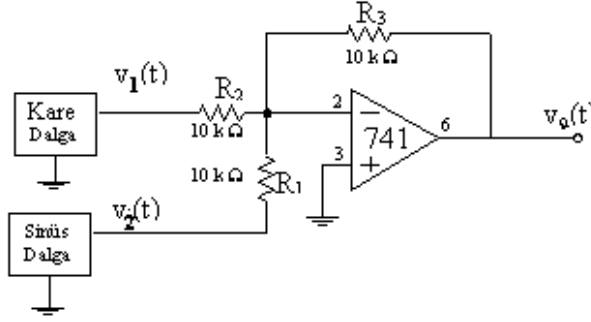


- a) Önceki deneydeki ilk dört adımı sırasıyla tekrarlayınız.

- b) Burada Gerilim Kazancı $= 1 + R_B/R_A = 2$ 'dir. Girişi (tepeden tepeye) 200mV olan sinüzoidal bir gerilim olarak, farklı R_B değerleri için aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

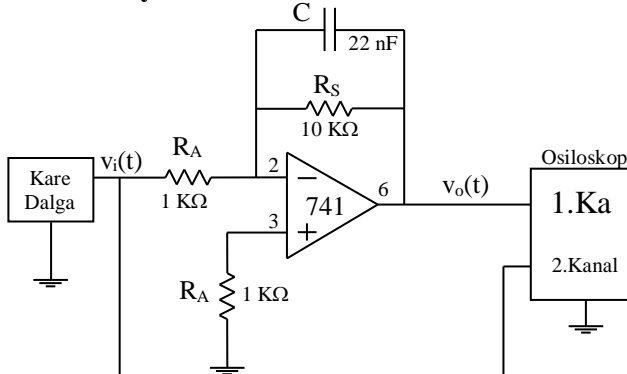
R_B (k Ω)	Tepeden Tepeye V_O	Kazanç
27		
100		

Toplama Devresi Deneyi:



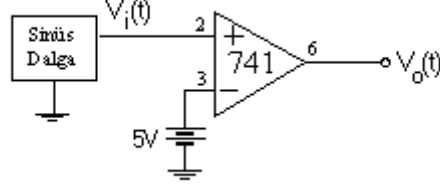
- 7 ve 4 numaralı bacakları ile toprak arasına sırasıyla +12V ve -12 V gerilim uygulayınız.
- Sinüzoidal kaynak gerilimin tepeden tepeye 1V ve frekansı 5 kHz olacak şekilde ayarlayınız.
- $V_1(t)$ kare dalga gerilimini tepeden tepeye 2V ve frekansı 1kHz olacak şekilde ayarlayınız.
- $v_o(t)$ gerilimini milimetrik kağıda çiziniz ve yorumlayınız.

İntegral Alıcı Devre Deneyi:



- 7 ve 4 numaralı bacakları ile toprak arasına sırasıyla +12V ve -12 V gerilim uygulayınız.
- Osiloskobun CH₁ ve CH₂ kanallarını uygun konumuna getiriniz.
- İşaret üretici ile girişe (tepeden tepeye) 1 V ve frekansı 5000 Hz olan bir kare dalga uygulayınız. Çıkış ve giriş işaretlerini çiziniz. Çıkış işareti girişin integrali midir?
- Kaynak frekansı artırıldığında $v_o(t)$ çıkış geriliminin genliğinin küçüldüğünü görürüz ve bunun nedenini açıklayınız.
- Kaynak frekansını 100 Hz'e getiriniz. Bu durumda, çıkış geriliminin üçgen dalga biçiminden daha çok kare dalgaya benzediğini görmelisiniz. Bu arada çıkış gerilimi de artar. Neden?

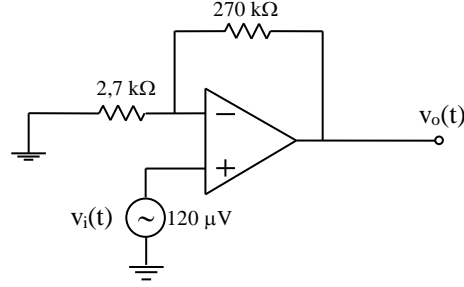
Karşılaştırıcı Devresi



- 7 ve 4 numaralı bacakları ile toprak arasına sırasıyla +12V ve -12 V gerilim uygulayınız.
- İşaret üretici ile girişe tepe değeri 6V ve frekansı 1kHz olan bir sinüs uygulayınız.
- Çıkış işaretini gözlemleyip, yorumlayınız.

Sorular:

- İşaret değiştiren kuvvetlendiricinin giriş ve çıkış gerilimleri arasında kaç derecelik faz farkı vardır?
- (9) ifadesini Şekil 6'daki integral alıcı devreyi inceleyerek elde ediniz.
- Gerilimin zamanla değişim oranı (SR) $0.25 \text{ V}/\mu\text{s}$ olan bir işlemsel kuvvetlendiricinin girişine tepeden tepeye genliği 2 V olan bir işaret uygulanmıştır. İşlemsel kuvvetlendiricinin en yüksek çalışma frekansı ne olur?
- Aşağıdaki devrede işlemsel kuvvetlendiriciyi ideal alarak $v_o(t)$ çıkış gerilimini bulunuz.



LM741 Operational Amplifier

General Description

The LM741 series are general purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439 and 748 in most applications.

The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload protection on the input and

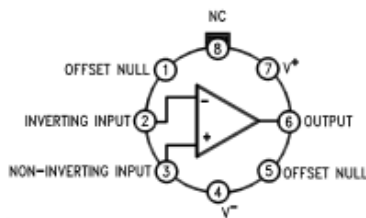
output, no latch-up when the common mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

The LM741C is identical to the LM741/LM741A except that the LM741C has their performance guaranteed over a 0°C to +70°C temperature range, instead of -55°C to +125°C.

Features

Connection Diagrams

Metal Can Package

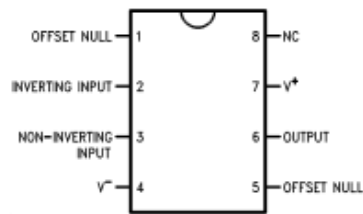


00934102

Note 1: LM741H is available per JM38510/10101

**Order Number LM741H, LM741H/883 (Note 1),
LM741AH/883 or LM741CH**
See NS Package Number H08C

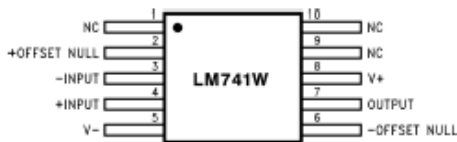
Dual-In-Line or S.O. Package



00934103

Order Number LM741J, LM741J/883, LM741CN
See NS Package Number J08A, M08A or N08E

Ceramic Flatpak

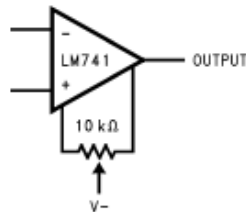


00294108

Order Number LM741W/883
See NS Package Number W10A

Typical Application

Offset Nulling Circuit



00934107

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

(Note 7)

	LM741A	LM741	LM741C
Supply Voltage	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 3)	500 mW	500 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V
Input Voltage (Note 4)	±15V	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	Continuous	Continuous	Continuous
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C	-55°C to +125°C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Junction Temperature	150°C	150°C	100°C
Soldering Information			
N-Package (10 seconds)	260°C	260°C	260°C
J- or H-Package (10 seconds)	300°C	300°C	300°C
M-Package			
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	215°C	215°C	215°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.			
ESD Tolerance (Note 8)	400V	400V	400V

Electrical Characteristics (Note 5)

Parameter	Conditions	LM741A			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$ $R_S \leq 50\Omega$		0.8	3.0		1.0	5.0		2.0	6.0	mV mV
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $R_S \leq 50\Omega$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$			4.0			6.0			7.5	mV mV
				15							$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Average Input Offset Voltage Drift				15							$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 20\text{V}$	±10				±15			±15		mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		3.0	30		20	200		20	200	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			70		85	500			300	nA
Average Input Offset Current Drift				0.5							$\text{nA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		30	80		80	500		80	500	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			0.210			1.5			0.8	μA
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 20\text{V}$	1.0	6.0		0.3	2.0		0.3	2.0		$\text{M}\Omega$
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$, $V_S = \pm 20\text{V}$	0.5									$\text{M}\Omega$
Input Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$							±12	±13		V
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$				±12	±13					V