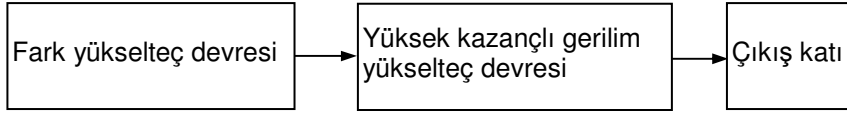


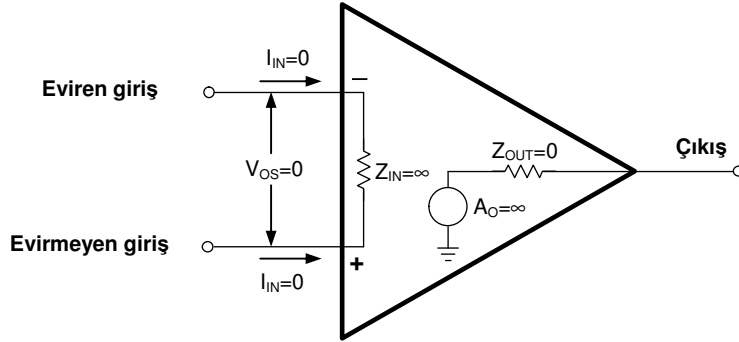
## KONU : OP AMP' IN GENEL ÖZELLİKLERİ

**Giriş:**

OP AMP, çok amaçlı kullanılabilen entegre devre elemanıdır. Tek bir paket içinde ikili ve dördü OP AMP' lar da bulunmaktadır. OP AMP' lar yükselteç, osilatör, regülatör, akım/gerilim dönüştürme, doğrultma, araririm ve çeşitli matematiksel fonksiyonların gerçekleştirilmesi gibi bir çok işlemden kullanılabilmektedir. OP AMP' in blok yapısı Şekil 1' de görülmektedir.



Şekil 1 : OP AMP' in blok yapısı



Şekil 2 : İdeal OP AMP' in elektriksel eşdeğeri

Şekil 2' de ise ideal yapıdaki OP AMP' in elektriksel eşdeğeri görülmektedir. Bu şekilde ideal OP AMP için bazı temel parametre değerleri verilmiştir. Bu temel parametrelerin açıklaması tablo 1' de görülmektedir.

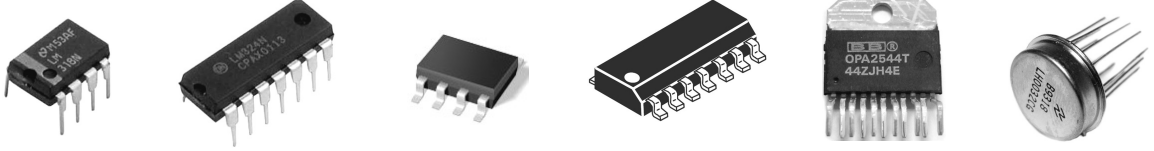
Sembol	Parametre	İdeal Değer	Pratikteki değer
$I_{IN}$	Giriş akımı	0	<500 nA
$V_{OS}$	Giriş ofset gerilimi	0	<10 mV
$Z_{IN}$	Giriş empedansı	$\infty$	>1 M $\Omega$
$Z_{OUT}$	Çıkış empedansı	0	<100 $\Omega$
$A_O$	Açık çevrim kazancı	$\infty$	>10000

Tablo 1 : Temel OP AMP parametreleri

Tablo açıklanacak olursa,

- 1- OP AMP girişleri akım çekmez
- 2- OP AMP girişleri zahiri kısa devredir
- 3- OP AMP giriş empedansı çok büyüktür
- 4- OP AMP çıkış empedansı çok küçüktür
- 5- Geribeslemesiz gerilim kazancı çok büyüktür

OP AMP' lar hem dc hem de ac giriş gerilimlerini işleyebilirler. Ancak çıkış geriliminin besleme gerilimini geçemeyeceği dikkate alınmalıdır. Bir diğer önemli nokta, OP AMP' ların simetrik besleme gerilimi ile çalıştığıdır. Ancak bazı düzenlemeler yapılarak tek kaynaktan da besleme yapılabilir. Ancak bazı düzenlemeler yapılarak tek kaynaktan da besleme yapılabilir.



**Şekil 3 : Çeşitli kılıflarda OP AMP görünüşleri**

### **OP AMP PARAMETRELERİ**

#### ***Open-Loop Voltage Gain - Açık çevrim gerilim kazancı***

Geribesleme yapılmadığı durumda, çıkış sinyalinin giriş sinyaline oranı olarak tanımlanır.

#### ***Large Signal Voltage Gain - Büyük sinyal gerilim kazancı***

İzin verilen maksimum çıkış geriliminin, bu gerilimi sağlayan giriş gerilimine oranıdır.

#### ***Slew rate - Değişim hızı***

Opamp çıkış geriliminin zamana bağlı olarak değişim hızını ifade eder.

#### ***Common Mode Rejection Ratio - Ortak mod reddetme oranı***

OP AMP' ın gürültü bastırma kapasitesini göstermekte kullanılır. CMRR genellikle, desibellerde ifade edilir ve CMRR değerinin yükselmesi daha iyi gürültü bastırma kapasitesini ifade eder.

#### ***Input Offset Voltage - Giriş kayma gerilimi***

OP AMP çıkışında sıfır gerilim elde etmek için, giriş terminallerine uygulanması gereken dc gerilimlerin farkıdır.

#### ***Input Bias Current - Giriş öngerilim akımı***

Sıfır voltluk çıkış gerilimi için iki giriş terminaline ait akımların ortalamasıdır.

#### ***Input Offset Current - Giriş kayma akımı***

OPAMP çıkışında sıfır gerilim elde etmek için, giriş uçları arasındaki akımların farkıdır.

#### ***Differential Input Impedance - Fark giriş empedansı***

Eviren ve evirmeyen giriş terminaleri arasındaki dirençtir.

#### ***Output Impedance - Çıkış empedansı***

Çıkış direncini ifade eden parametredir.

#### ***Output offset voltage - Çıkış kayma gerilimi***

Giriş terminallerinin şaseye bağlanması durumunda, çıkış terminalinde görülen gerilimdir.

#### ***Output Short-Circuit Current - Kısa devre çıkış akımı***

OP AMP çıkışındaki harici yük direncinin sıfır ohm olması durumunda, çıkış terminalinden akan akım değeridir. Diğer bir ifadeyle, OP AMP çıkışından alınabilecek maksimum akımı gösterir.

#### ***Maximum Supply Voltage - Maksimum besleme gerilimi***

OP AMP' a zarar vermeden uygulanabilen maksimum besleme gerilimidir.

#### ***Power dissipation - Güç harcaması***

Normal çevre sıcaklığında OP AMP' ın harcayabileceği maksimum güçü ifade eder.

**Maximum Input Voltage - Maksimum giriş voltajı**

Giriş terminallerine uygulanabilecek maksimum gerilim olup, çoğu OP AMP için besleme gerilimi ile aynı değerdedir.

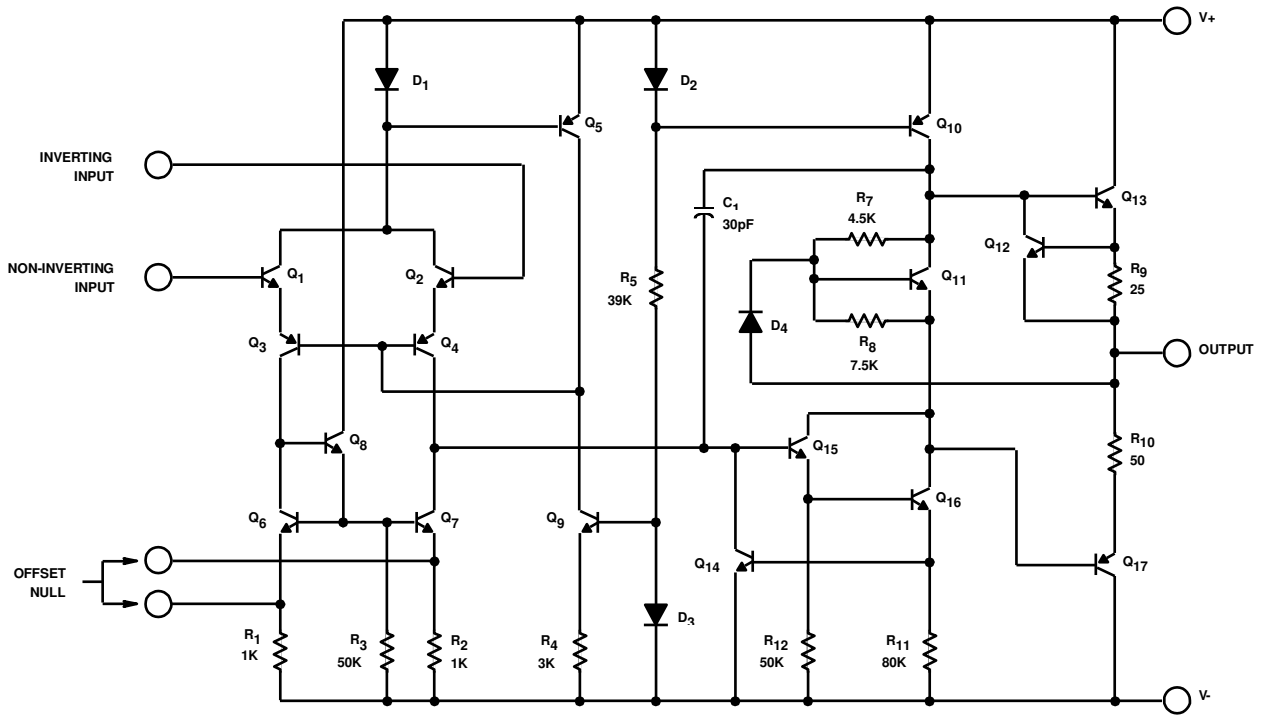
**Differential Input Voltage - Fark giriş gerilimi**

Eviren ve evirmeyen girişlere uygulanabilecek maksimum fark gerilimidir.

**Maximum Operating Temperature - Maksimum çalışma sıcaklığı**

OP AMP' in güvenli çalışabileceği maksimum çevre sıcaklığıdır.

**LM 741' in iç yapısı**



OP AMP' lar da diğer yarıiletken elemanlar gibi özel olarak kodlanmaktadır. Kodlamanın ilk bölümü imalatçı firmayı ifade eden genellikle iki harften (örneğin LM) oluşur. Ardından OP AMP' in seri numarası (örneğin 741) gelir. Bunu takiben ise sıcaklık aralık kodu gelmektedir. Sıcaklık aralığını ifade eden bu kodların anlamı;

C: Ticari uygulamalar 0 °C - 70 °C

I: Endüstriyel uygulamalar -25 °C - 85 °C

M: Askeri uygulamalar -55 °C - 125 °C

Bazı kodlamalarda sıcaklık kodunu takip eden paket kodu bulunmaktadır. Bunlar;

D: Yüzey montajı için (surface mounting) plastik DIP (dual-in-line) kılıf

J: Ceramic DIP kılıf

N,P: Sokete takılabilir plastik DIP kılıf

LM 741' e ait elektriksel parametreler

	LM741A	LM741E	LM741	LM741C
Supply Voltage	±22V	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 2)	500 mW	500 mW	500 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V	±30V
Input Voltage (Note 3)	±15V	±15V	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C	0°C to +70°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	-65°C to +150°C
Junction Temperature	150°C	100°C	150°C	100°C
Soldering Information				
N-Package (10 seconds)	260°C	260°C	260°C	260°C
J- or H-Package (10 seconds)	300°C	300°C	300°C	300°C
M-Package				
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	215°C	215°C	215°C	215°C

Parameter	Conditions	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $R_L = 2\text{ k}$ $V_S = \pm 20\text{V}$ , $V_O = \pm 15\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$ , $V_O = \pm 10\text{V}$	50			50	200		20	200		V/mV V/mV
	$T_{AMIN}$ $T_A$ $T_{AMAX}$ , $R_L = 2\text{ k}$ , $V_S = \pm 20\text{V}$ , $V_O = \pm 15\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$ , $V_O = \pm 10\text{V}$ $V_S = \pm 5\text{V}$ , $V_O = \pm 2\text{V}$	32			25			15			V/mV V/mV V/mV
		10									V/mV
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 20\text{V}$ $R_L = 10\text{ k}$ $R_L = 2\text{ k}$	±16									V V
	$V_S = \pm 15\text{V}$ $R_L = 10\text{ k}$ $R_L = 2\text{ k}$				±12 ±10	±14 ±13		±12 ±10	±14 ±13		V V
Output Short Circuit Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$	10	25	35		25			25		mA mA
	$T_{AMIN}$ $T_A$ $T_{AMAX}$	10		40							
Common-Mode Rejection Ratio	$T_{AMIN}$ $T_A$ $T_{AMAX}$ $R_S = 10\text{ k}$ , $V_{CM} = \pm 12\text{V}$				70	90		70	90		dB dB
	$R_S = 50$ , $V_{CM} = \pm 12\text{V}$	80	95								
Supply Voltage Rejection Ratio	$T_{AMIN}$ $T_A$ $T_{AMAX}$ , $V_S = \pm 20\text{V}$ to $V_S = \pm 5\text{V}$										dB dB
	$R_S = 50$	86	96								
	$R_S = 10\text{ k}$				77	96		77	96		
Transient Response	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , Unity Gain	Rise Time		0.25	0.8		0.3		0.3		µs
		Overshoot		6.0	20		5		5		%
Bandwidth (Note 5)	$T_A = 25^\circ\text{C}$	0.437	1.5								MHz
Slew Rate	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , Unity Gain	0.3	0.7			0.5		0.5			V/µs
Supply Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$					1.7	2.8		1.7	2.8	mA
Power Consumption	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_S = \pm 20\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$		80	150							mW mW
	LM741A $V_S = \pm 20\text{V}$										
LM741E	$T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$			165							mW mW
	$V_S = \pm 20\text{V}$										
LM741	$T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$			150							mW mW
	$V_S = \pm 15\text{V}$										
	$T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$					60 45	100 75				mW mW

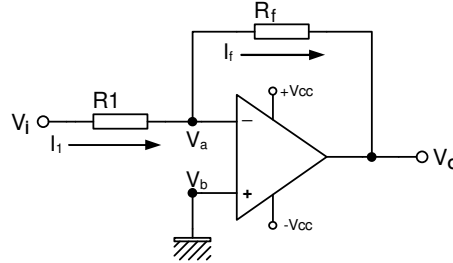
Parameter	Conditions	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$										
	$R_S = 10\text{ k}$					1.0	5.0		2.0	6.0	mV
	$R_S = 50$		0.8	3.0							mV
Average Input Offset Voltage Drift	$T_{AMIN} \quad T_A \quad T_{AMAX}$										$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
	$R_S = 50$			4.0							mV
	$R_S = 10\text{ k}$						6.0			7.5	mV
Average Input Offset Voltage Drift			15								$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	$\pm 10$				$\pm 15$			$\pm 15$		mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		3.0	30		20	200		20	200	nA
	$T_{AMIN} \quad T_A \quad T_{AMAX}$			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
	$T_{AMIN} \quad T_A \quad T_{AMAX}$			0.210			1.5			0.8	$\mu\text{A}$
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		M
	$T_{AMIN} \quad T_A \quad T_{AMAX},$ $V_S = \pm 20\text{V}$	0.5									M
Input Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$							$\pm 12$	$\pm 13$		V
	$T_{AMIN} \quad T_A \quad T_{AMAX}$				$\pm 12$	$\pm 13$					V

**KONU** : OP AMP DENEYLERİ  
**DENEY ADI** : EVİREN YÜKSELTEÇ DEVRESİ

**DENEY NO:** 1

**Giriş:**

Şekil 2.1' de eviren yükselteç devresi görülmektedir.



**Şekil 2.1 : Eviren yükselteç devresi**

OP AMP devrelerinin analizinde, OP AMP' ların iki özelliğinden yararlanılacaktır.

1- OP AMP girişleri zahiri kısa devredir. Buna göre  $V_a = V_b = 0$

2- OP AMP girişleri akım çekmez. Buna göre

$$I_1 = I_f$$

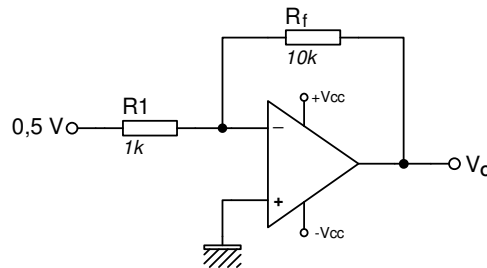
$$\frac{V_i - V_a}{R_1} = \frac{V_a - V_o}{R_f}$$

$$\frac{V_i - 0}{R_1} = \frac{0 - V_o}{R_f}$$

$$\frac{V_i}{R_1} = \frac{-V_o}{R_f} \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_f}{R_1} = A_v \text{ ve } V_o = \frac{-R_f}{R_1} \cdot V_i$$

Görüldüğü gibi giriş sinyali,  $A_v$  (gerilim kazancı) oranında yükseltilmekte ve fazı  $180^\circ$  terslenmektedir.

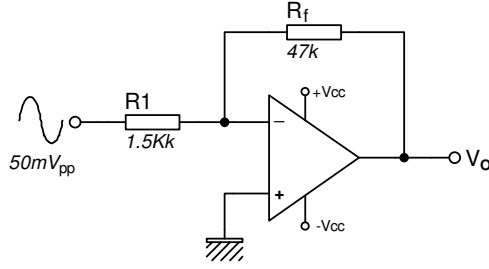
**Örnek 2.1:** Şekildeki devrenin kazancını ve çıkış geriliminin değerini hesaplayın.



$$A_v = \frac{-R_f}{R_1} = \frac{-10}{1} = -10$$

$$V_o = A_v \cdot V_i = -10 \cdot (0,5V) = -5V$$

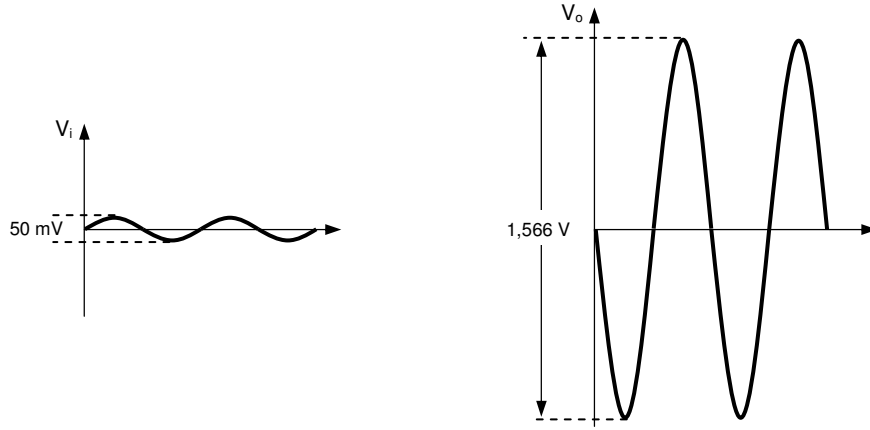
**Örnek 2.2:** Şekildeki devrenin kazancını ve çıkış sinyalinin değerini hesaplayın.



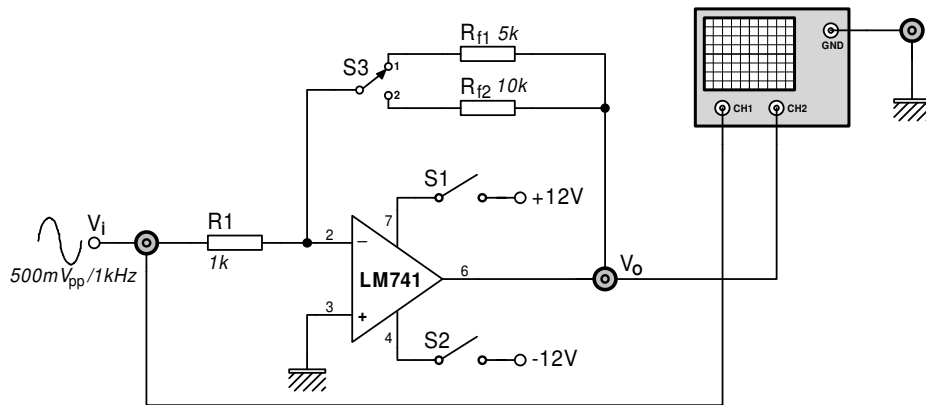
$$A_v = \frac{-R_f}{R_1} = \frac{-47}{1,5} = -31,33$$

$$V_o = A_v \cdot V_i = -31,33 \cdot (50mV_{pp}) = -1,566V_{pp}$$

Çıkıştan, tepeden tepeye 1,566 V' luk bir sinüs sinyal alınacak ve girişle arasında 180° faz farkı olacaktır. Giriş ve çıkış sinyalleri aşağıda görülmektedir.



**Deney Şeması:**



**Deneyin Yapılışı:**

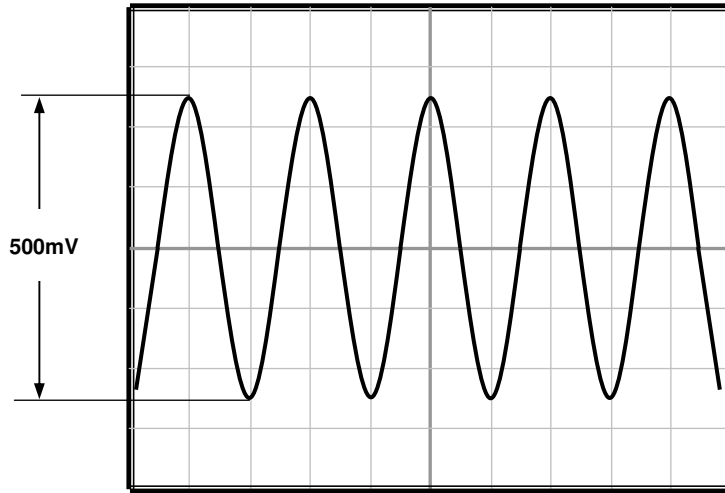
- 1- OP 2301 modülünü ana üniteye yerleştirin ve A bloğunu bulun.
- 2-  $R_{f1}$  ve  $R_{f2}$  dirençleri için devrenin gerilim kazancını ( $A_V$ ) hesaplayın.
- 3-  $S_1$  ve  $S_2$  anahtarlarını kapatarak devreye enerji verin.
- 4-  $S_3$  anahtarını 1 nolu konuma alarak devrenin girişine **500mV<sub>pp</sub>/1kHz** sinüs dalga sinyal uygulayın.
- 5- Devrenin çıkışını osilaskopla ölçerek, çıkış sinyalini çiziniz.
- 6- Ölçtüğünüz çıkış sinyalinin giriş sinyaline oranını hesaplayıp, sonucu kazanç ( $A_V$ ) olarak gözlem tablosuna kaydedin.
- 7-  $S_3$  anahtarını 2 nolu konuma alarak gözlemlerinizi tekrarlayın.
- 8- Ölçüm ve hesaplama sonuçlarını karşılaştırın.

**Gözlem Tablosu:**

$V_i$

$V/d: 100mV$

$T/d: 0.5ms$

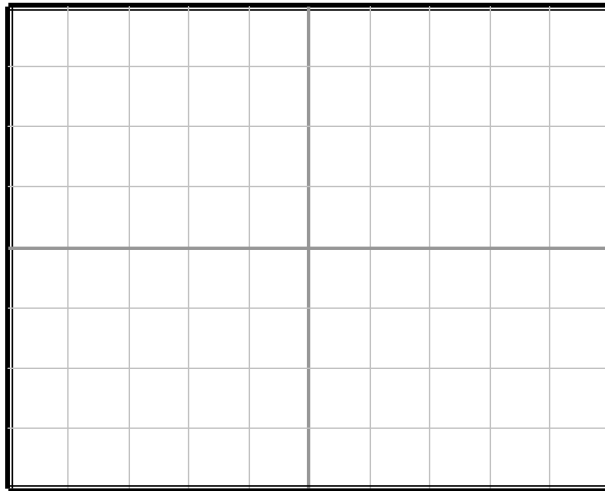


$V_o$

$R_f=5k$

$V/d:$

$T/d:$



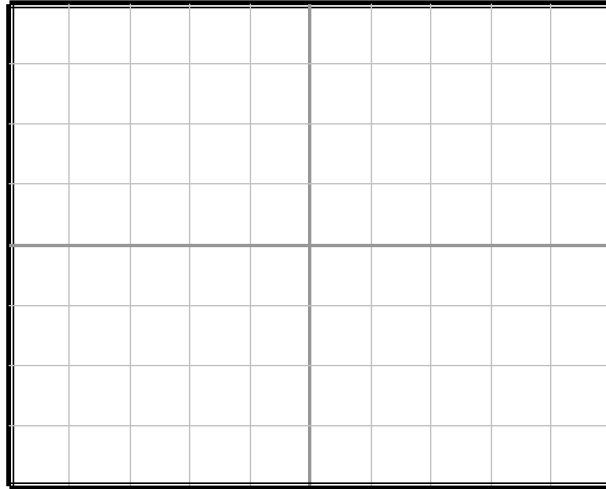


$V_o$

$R_f=10k$

$V/d:$

$T/d:$



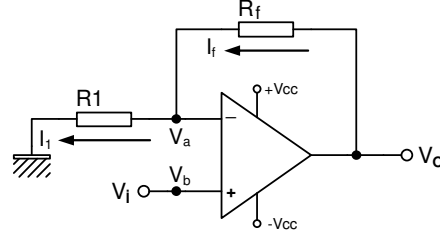
		$A_v=V_o/V_i$	
		$R_f=5k$	$R_f=10k$
Hesaplanan			
Ölçülen			

**KONU** : OP AMP DENEYLERİ  
**DENEY ADI** : EVİRMEYEN YÜKSELTEÇ DEVRESİ

**DENEY NO: 2**

**Giriş:**

Evirmeyen yükselteç devresi şekil 3.1' de görülmektedir.



**Şekil 3.1 : Terslemeyen yükselteç devresi**

Devrenin analizi yapılacak olursa,

$$V_a = V_b = V_i$$

$$I_1 = I_f$$

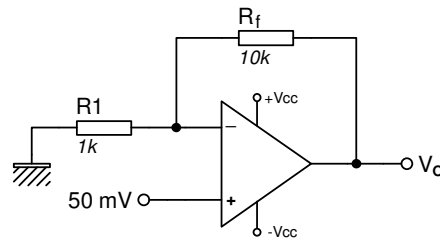
$$\frac{V_i - 0}{R_1} = \frac{V_o - V_i}{R_f}$$

$$\frac{V_i}{R_1} = \frac{V_o - V_i}{R_f}$$

$$R_f \cdot \frac{V_i}{R_1} = V_o - V_i \Rightarrow V_o = V_i + \frac{R_f}{R_1} \cdot V_i \Rightarrow V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) \cdot V_i \text{ ve } \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_f}{R_1} = A_v$$

sonuçları elde edilir. Görüldüğü gibi giriş sinyali,  $A_v$  oranında yükseltilmekte ve fazı değişmemektedir

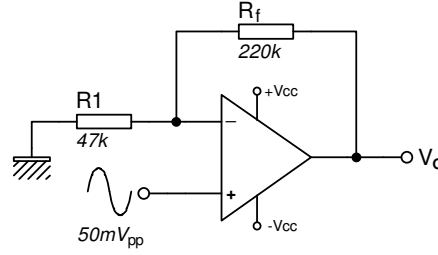
**Örnek 3.1:** Şekildeki devrenin kazancını ve çıkış geriliminin değerini hesaplayın.



$$A_v = 1 + \frac{R_f}{R_1} = 1 + \frac{10}{1} = 11$$

$$V_o = A_v \cdot V_i = 11 \cdot (50 \text{ mV}) = 550 \text{ mV}$$

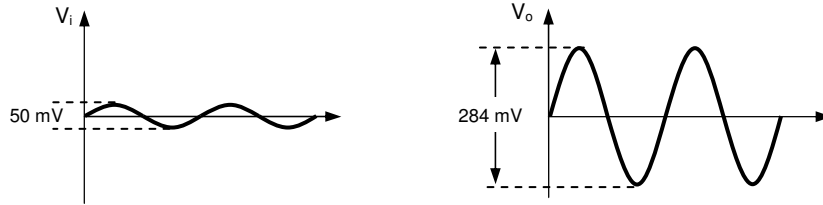
**Örnek 3.2:** Şekildeki devrenin kazancını ve çıkış sinyalinin değerini hesaplayın.



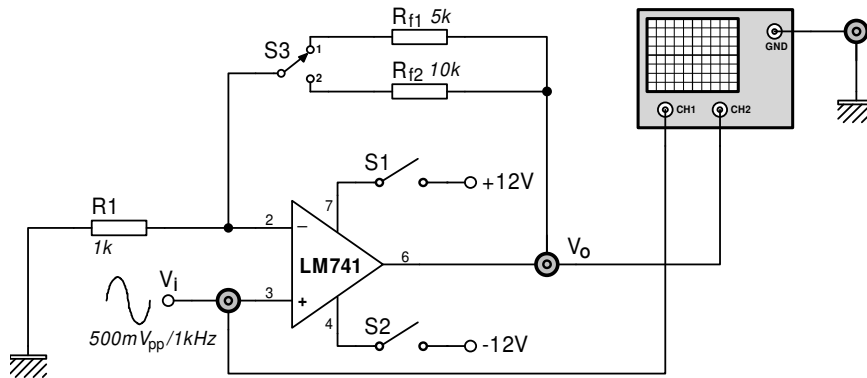
$$A_v = 1 + \frac{R_f}{R_1} = 1 + \frac{220}{47} = 5,68$$

$$V_o = A_v \cdot V_i = 5,68 \cdot (50mV_{pp}) = 284mV_{pp}$$

Çıkıştan tepeden tepeye 284 mV' luk bir sinüs sinyal alınacak ve girişle arasında faz farkı olmayacaktır. Giriş ve çıkış sinyallerinin şekilleri aşağıda görülmektedir.



**Deney Şeması:**

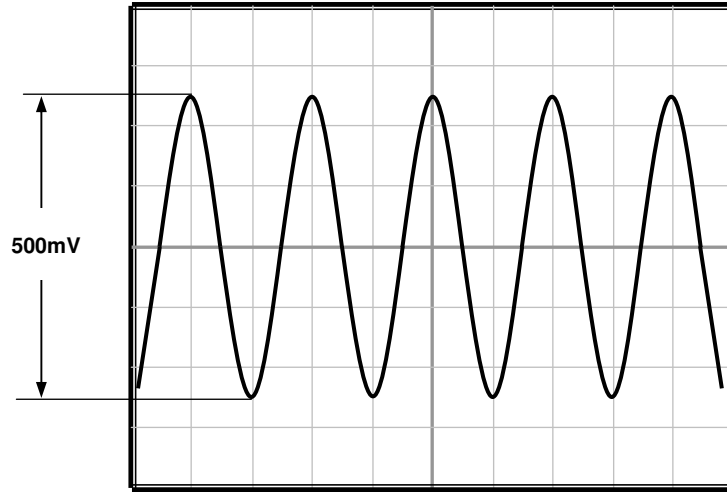


**Deneyin Yapılışı:**

- 1- OP 2301 modülünü ana üniteye yerleştirin ve B bloğunu bulun.
- 2- R<sub>f1</sub> ve R<sub>f2</sub> dirençleri için devrenin gerilim kazancını (A<sub>v</sub>) hesaplayın.
- 3- S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> anahtarlarını kapatarak devreye enerji verin.
- 4- S<sub>3</sub> anahtarını 1 nolu konuma alarak devrenin girişine **500mV<sub>pp</sub>/1kHz** sinüs dalga sinyal uygulayın.
- 5- Devrenin çıkışını osilaskopla ölçerek, çıkış sinyalini çiziniz.
- 6- Ölçtüğünüz çıkış sinyalinin giriş sinyaline oranını hesaplayıp, sonucu kazanç (A<sub>v</sub>) olarak gözlem tablosuna kaydedin.
- 7- S<sub>3</sub> anahtarını 2 nolu konuma alarak gözlemlerinizi tekrarlayın.
- 8- Ölçüm ve hesaplama sonuçlarını karşılaştırın.

Gözlem Tablosu:

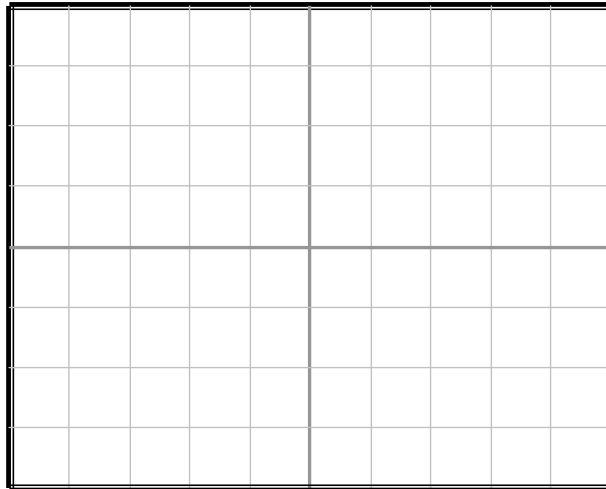
$V_i$



$V/d: 100mV$

$T/d: 0.5ms$

$V_o$

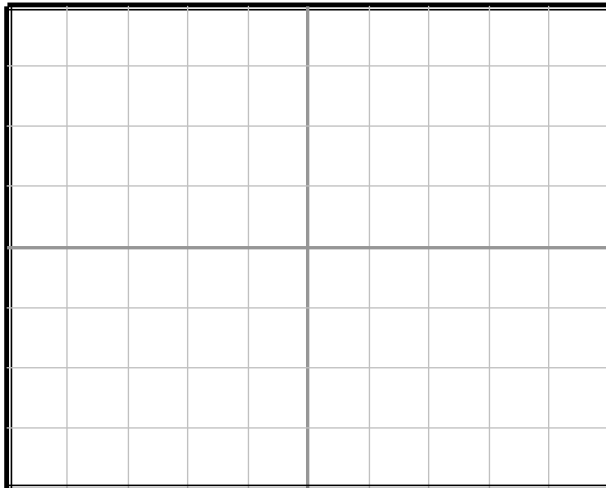


$R_f=5k$

$V/d:$

$T/d:$

$V_o$



$R_f=10k$

$V/d:$

$T/d:$

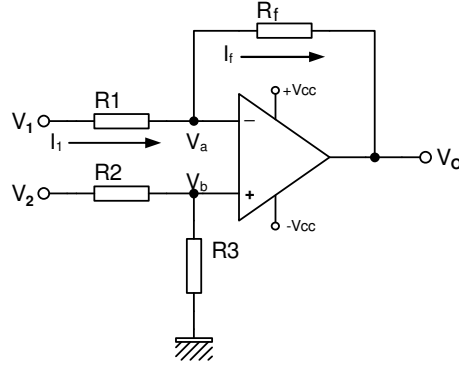
		$A_V = V_o/V_i$	
		$R_f = 5k$	$R_f = 10k$
Hesaplanan			
Ölçülen			

KONU : OP AMP DENEYLERİ  
DENEY ADI : ÇIKARMA DEVRESİ

DENEY NO: 5

**Giriş:**

Çıkarma devresi şekil 5.1' de görülmektedir.



Şekil 5.1 : Çıkarma devresi

Devrenin analizi yapılacak olursa,

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_f = R$$

$$V_a = V_b = \frac{V_2}{2}$$

$$I_1 = I_f$$

$$\frac{V_1 - V_a}{R_1} = \frac{V_a - V_o}{R_f}$$

$$\frac{V_1 - \frac{V_2}{2}}{R_1} = \frac{\frac{V_2}{2} - V_o}{R_f}$$

$$R_1 = R_f \Rightarrow V_1 - \frac{V_2}{2} = \frac{V_2}{2} - V_o$$

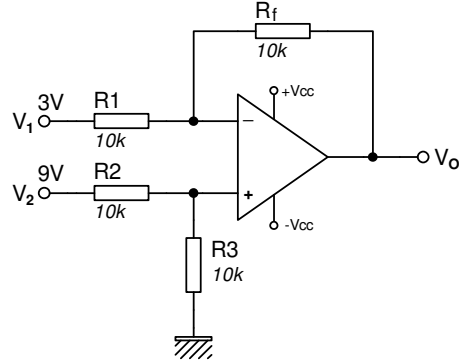
$$\frac{2.V_1 - V_2}{2} = \frac{V_2 - 2.V_o}{2} \Rightarrow 2.V_1 - V_2 = V_2 - 2.V_o$$

$$2.V_1 - V_2 - V_2 = -2.V_o \Rightarrow 2.V_1 - 2.V_2 = -2.V_o$$

$$V_1 - V_2 = -V_o \Rightarrow V_o = -(V_1 - V_2) \Rightarrow V_o = V_2 - V_1$$

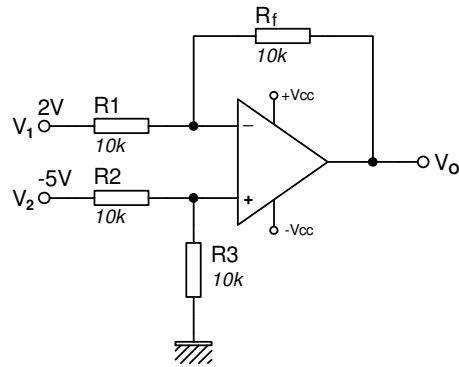
sonuçları elde edilir. Görüldüğü gibi devre, terslemeyen girişe uygulanan gerilimden tersleyen girişe uygulanan gerilimin farkını almaktadır.

**Örnek 5.1:** Şekildeki devrede çıkış geriliminin değerini hesaplayın.



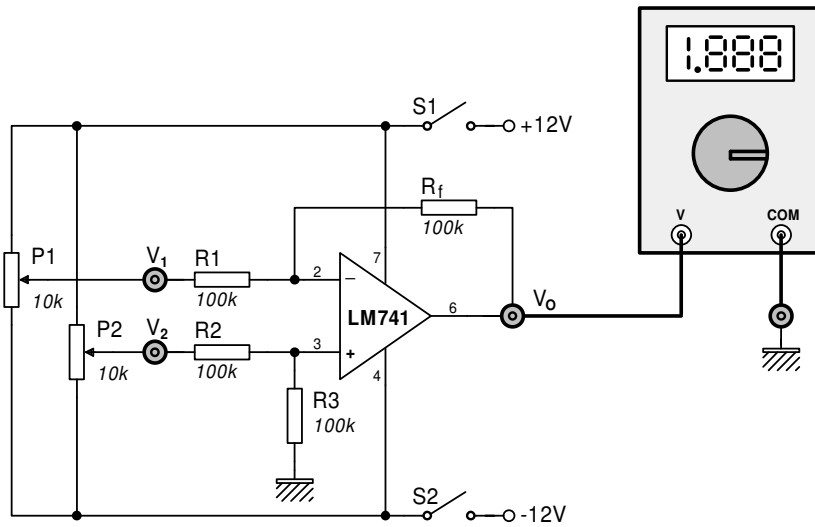
$$V_o = V_2 - V_1 \Rightarrow V_o = 9 - 3 = 6V$$

**Örnek 5.2:** Şekildeki devrede çıkış geriliminin değerini hesaplayın.



$$V_o = V_2 - V_1 \Rightarrow V_o = -5 - 2 = -7V$$

**Deney Şeması:**



**Deneyin Yapılışı:**

- 1- **OP 2301** modülünü ana üniteye yerleştirin ve **E** bloğunu bulun.
- 2- Gözlem tablosunda verilen değerler için çıkış gerilimini hesaplayın. Çıkış geriliminin, besleme gerilimi değerinin 1~2 Volt aşağısına kadar çıkabileceğini dikkate alın.
- 3-  $S_1$  ve  $S_2$  anahtarlarını kapatarak devreye enerji verin.
- 4-  $P_1$  ve  $P_2$  potansiyometrelerini kullanarak değişik  $V_1$  ve  $V_2$  gerilimlerine karşılık gelen  $V_o$  çıkış gerilimlerini voltmetre ile ölçün.
- 5- Ölçüm ve hesaplama sonuçlarını karşılaştırın.

**Gözlem Tablosu:**

Girişler	$V_1$ (V)										
	$V_2$ (V)										
$V_o$	Hesaplanan										
	Ölçülen										

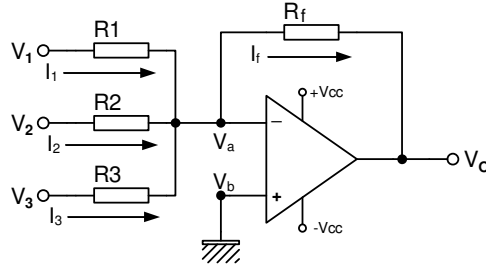


KONU : OP AMP DENEYLERİ  
DENEY ADI : TOPLAYICI DEVRESİ

DENEY NO: 7

**Giriş:**

Toplayıcı devresi şekil 4.1' de görülmektedir. Devrede üç giriş kullanılmıştır. Ancak giriş sayısı iki veya daha fazla olabilir.



Şekil 4.1 : Toplayıcı devresi

Devrenin analizi yapılacak olursa,

$$V_a = V_b = 0$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_f$$

$$\frac{V_1 - V_a}{R_1} + \frac{V_2 - V_a}{R_2} + \frac{V_3 - V_a}{R_3} = \frac{V_a - V_o}{R_f}$$

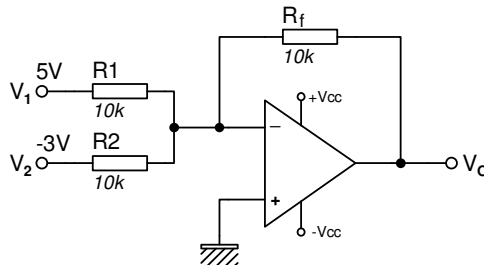
$$\frac{V_1 - 0}{R_1} + \frac{V_2 - 0}{R_2} + \frac{V_3 - 0}{R_3} = \frac{0 - V_o}{R_f}$$

$$\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} = \frac{-V_o}{R_f}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_f = R \Rightarrow V_1 + V_2 + V_3 = -V_o \Rightarrow V_o = -(V_1 + V_2 + V_3)$$

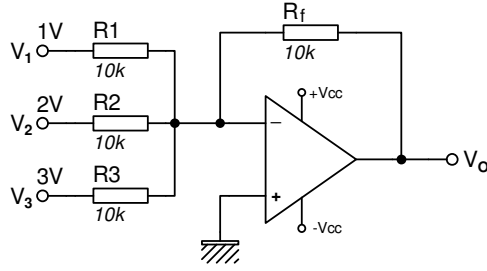
sonuçları elde edilir. Görüldüğü gibi devre, girişine uygulanan gerilimleri toplamaktadır.

**Örnek 4.1:** Şekildeki devrede çıkış geriliminin değerini hesaplayın.



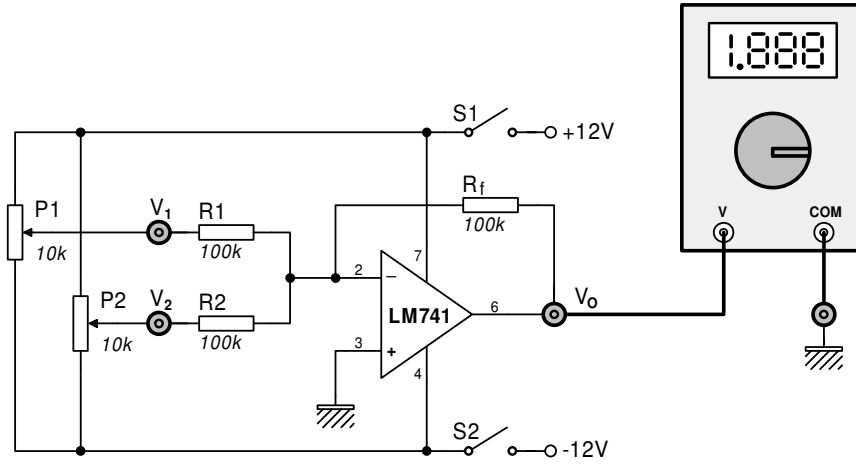
$$V_o = -(V_1 + V_2) \Rightarrow V_o = -(5 + (-3)) = -2V$$

**Örnek 4.2:** Şekildeki devrede çıkış geriliminin değerini hesaplayın.



$$V_o = -(V_1 + V_2 + V_3) \Rightarrow V_o = -(1 + 2 + 3) = -6V$$

**Deney Şeması:**



**Deneyin Yapılışı:**

- 1- OP 2301 modülünü ana üniteye yerleştirin ve G bloğunu bulun.
- 2- Gözlem tablosunda verilen değerler için çıkış gerilimini hesaplayın. Çıkış geriliminin, besleme gerilimi değerinin 1~2 Volt aşağısına kadar çıkabileceğini dikkate alın.
- 3- S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> anahtarlarını kapatarak devreye enerji verin.
- 4- P<sub>1</sub> ve P<sub>2</sub> potansiyometrelerini kullanarak değişik V<sub>1</sub> ve V<sub>2</sub> gerilimlerine karşılık gelen V<sub>o</sub> çıkış gerilimlerini voltmetre ile ölçün.
- 5- Ölçüm ve hesaplama sonuçlarını karşılaştırın.

**Gözlem Tablosu:**

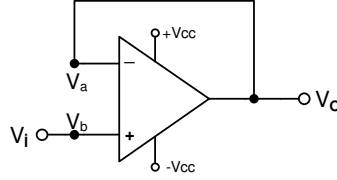
Girişler	V <sub>1</sub> (V)									
	V <sub>2</sub> (V)									
V <sub>o</sub>	Hesaplanan									
	Ölçülen									

**KONU** : OP AMP DENEYLERİ  
**DENEY ADI** : GERİLİM İZLEYİCİ DEVRESİ

**DENEY NO:** 8

**Giriş:**

Gerilim izleyici devresi Şekil 6.1' de görülmektedir.



**Şekil 6.1 : Gerilim izleyici devresi**

Devrenin analizi yapılacak olursa,

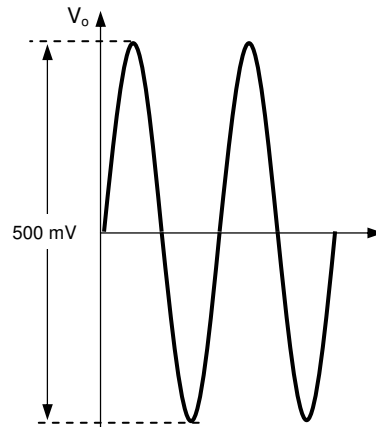
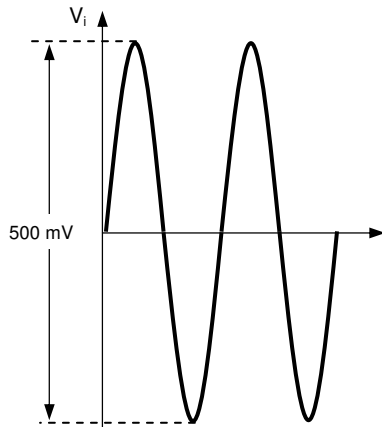
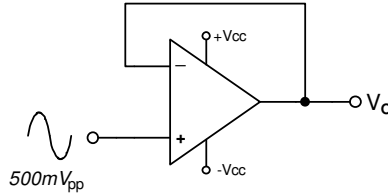
$$V_a = V_b$$

$$V_a = V_o \text{ ve } V_b = V_i$$

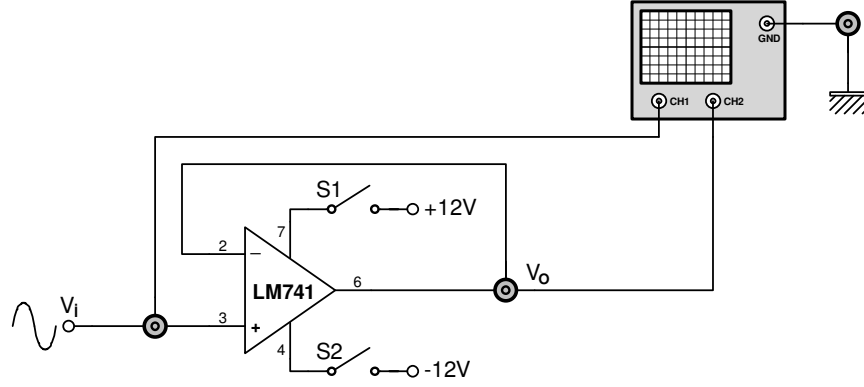
$$V_o = V_i$$

sonuçları elde edilir. Grldęi gibi devre çıkışından, girişe uygulanan sinyalin aynısı alınmaktadır. Gerilim izleyici devresi, iki kat arasında empedans uygunlaŐtırıcı bir tampon devre özelliği gösterir.

**rnek 6.1:** Şekildeki devrede çıkış sinyalinin Őeklini izin.



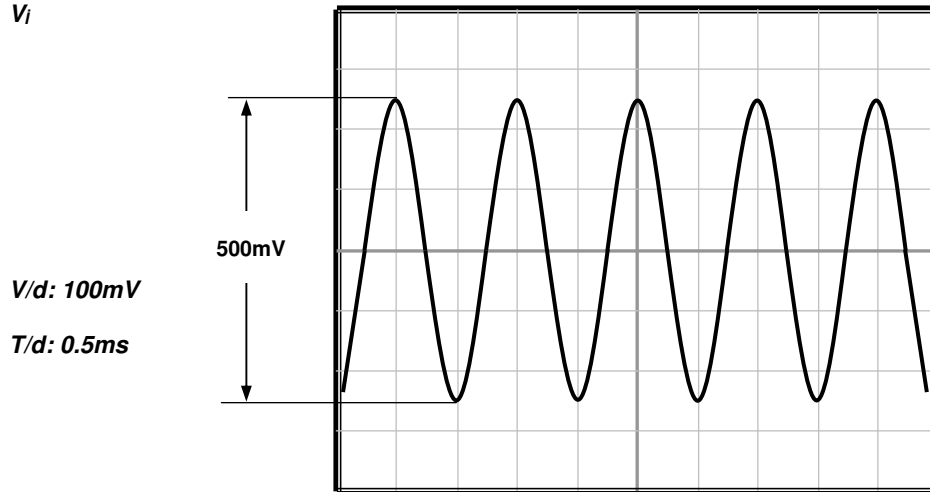
## Deney Şeması:



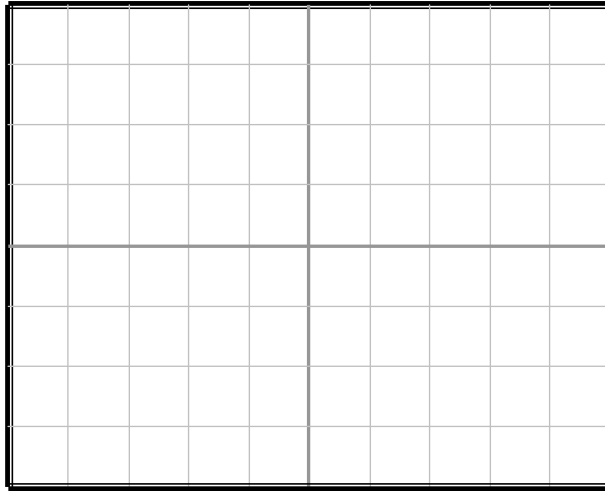
## Deneyin Yapılışı:

- 1- OP 2301 modülünü ana üniteye yerleştirin ve H bloğunu bulun.
- 2-  $S_1$  ve  $S_2$  anahtarlarını kapatarak devreye enerji verin.
- 3-  $V_i$  girişine  $500 \text{ mV}_{pp}/1 \text{ kHz}$  değerli sinüs sinyal uygulayın.
- 4- Devrenin çıkışını osilaskopla ölçerek, çıkış sinyalini çiziniz.
- 5-  $V_i$  girişine  $5 \text{ V}_{pp}/1 \text{ kHz}$  değerli sinüs sinyal uygulayın.
- 6- Devrenin çıkışını osilaskopla ölçerek, çıkış sinyalini çiziniz.

## Gözlem Tablosu:

 $V_i$ 

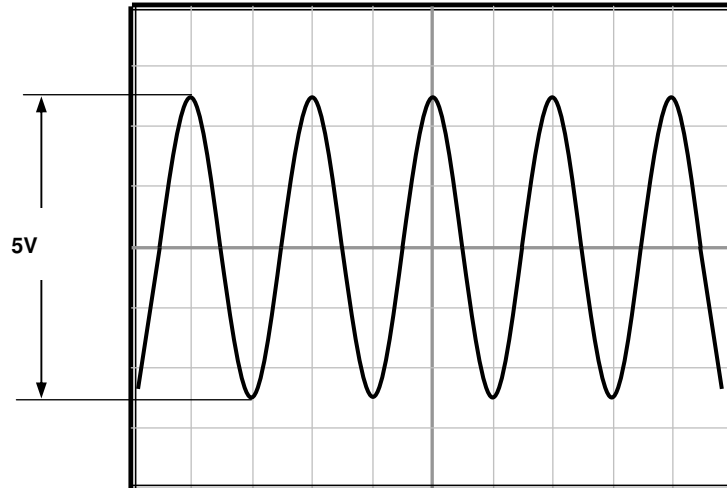
$V_o$



$V/d:$

$T/d:$

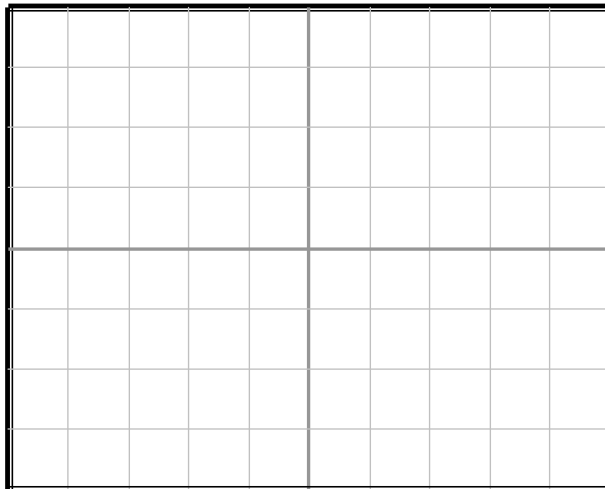
$V_i$



$V/d: 1V$

$T/d: 0.5ms$

$V_o$



$V/d:$

$T/d:$