

## SOLUNUM ÖLÇÜMLERİ

---

# 7

- 7.0 DENEYİN AMACI
- 7.1 FİZYOLOJİK PRENSİPLER
- 7.2 DEVRE AÇIKLAMALARI
- 7.3 GEREKLİ ELEMANLAR
- 7.4 DENEYİN YAPILIŞI
- 7.5 DENEY SONUÇLARI
- 7.6 SORULAR

# DENEY 7 SOLUNUM ÖLÇÜMLERİ.

## 7.0 DENEYİN AMACI

Deneyin amacı, nefes tutma kabiliyeti, aşırı ventilasyon, ve solunum frekansı ölçümlerini kapsayan solunum ile ilgili ölçümleri öğrencinin anlamasına yardımcı olmaktır. Bu arada, öğrenciler sıcaklık değişimlerinin bir yarı iletken tip termal sensör ile nasıl ölçüleceğini göreceklerdir.

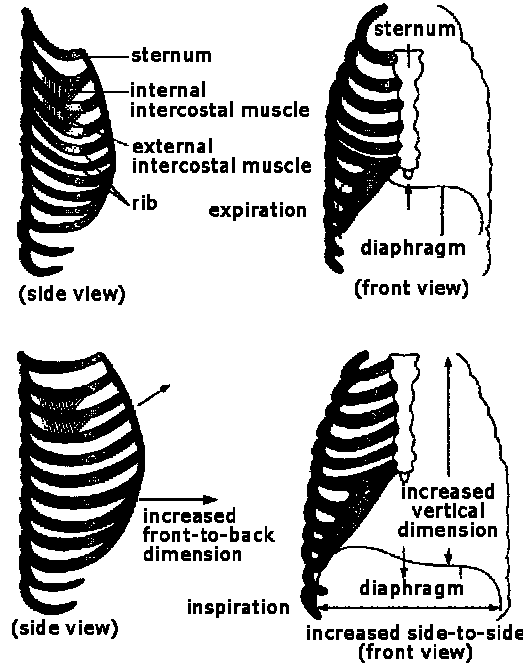
## 7.1 FİZYOLOJİK PRENSİPLER

Dokudaki metabolik aktiviteler sonucunda oksijen tüketilir ve karbondioksit üretilir. Atmosferden oksijen alınır ve atmosfere karbondioksit verilir. Solunum aracılığıyla, gazlar akciğerlere girer ve çıkar. Akciğerdeki gaz değişiminden sonra, düşük oksijenli kandaki oksijen oranı yükselir. Oksijen oranı yüksek kan diğer dokulara gönderilir ve buralarda da gaz değişimi yapılır. Akciğerlerdeki küçük bronşçuklar alveollere hava taşıma ile görevlidirler. Gaz değişimi alveollerin ince yüzeylerinde gerçekleşir.

Normal solunumda, diyafram düzenli bir şekilde kasılır. Diyafram kasıldığında, aşağı doğru hareket eder, ve kaburgalar arası kaslar kasılır. Bu hareket dahili *thoracic* hacmi artırır ve *thoracic* basıncı 3-5mmHg kadar azaltır. Böylece, hava *thorax* dışına çıkar. Şekil 7.1 solunum sırasında *thoracic* fizyolojideki değişimleri gösterir. Bunlara ek olarak, Sternomastoid kaslar *thoracic* kaslara yardımcı olur. Soluk vermede, karın kası yukarı doğru hareket eder ve diyaframı iter, böylece soluk verme işlemine yardımcı olur.

Solunumla ilgili iki merkezi kontrol sistemi vardır. Birincisi istemli kontrol, ikincisi ise solunum aktivitelerini kendiliğinden düzenleyen istem dışı kontroldür. İstem dışı solunum medulladaki solunum merkezi tarafından kontrol edilir. Solunum merkezi, vücudun ihtiyacına göre gaz değişimi miktarını ayarlar. İhtiyaç arttığında, solunum frekansı ve miktarı artar, böylece akciğerlere daha fazla hava girmesi sağlanır. Karbondioksit kısmi basıncının artması solunum merkezine oksijenden daha fazla uyarı gönderilmesine neden olur.

Bu deneyde solunum frekansındaki değişimler ölçülecektir. Vücut sıcaklığı (37°C) ile ortam sıcaklığı (25°C) arasında sıcaklık farkı vardır. Bu nedenle, soluk verme işleminin vücuttan çıkan havanın sıcaklığı ile vücut sıcaklığı yaklaşık olarak aynıdır, buna benzer olarak soluk alındığında vücuda giren hava sıcaklığı ile ortam sıcaklığı yaklaşık olarak aynıdır. Sonuç olarak, burun girişine bir sıcaklık sensörü yerleştirilerek soluk alma ve verme sırasındaki sıcaklık değişimleri ölçülebilir. Böylece solunum frekansı elde edilebilir.

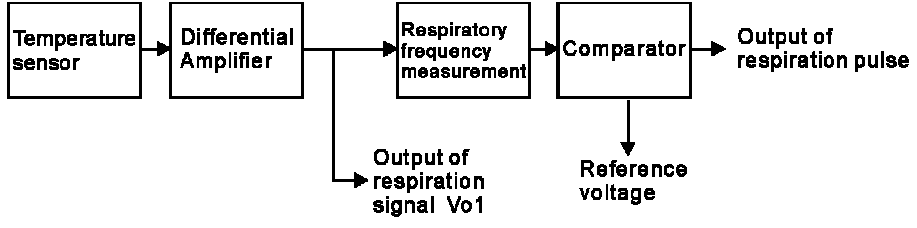


Şekil 7.1 Solunum Sırasında Kaburgalar Arası Kaslar ve Diyaframın Durumları

## 7.2 DEVRE AÇIKLAMALARI

### 1. Solunum Ölçümü Devresi Blok Diyagramı

Ortam sıcaklığı sensörü kuvvetlendirme modülü temelinde bir sinyal geçiştir. Ortam sıcaklığı ile vücut sıcaklığı arasındaki farkın ölçümü bir fark kuvvetlendirici tarafından gerçekleştirilir, böylece solunum frekansı ölçülebilir.



Şekil 7.2 Solunum Ölçümü Blok Diyagramı

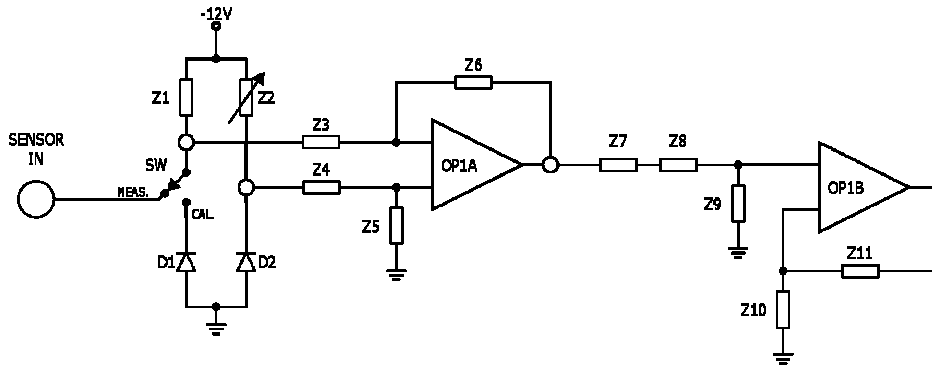
Şekil 7.2'de solunum frekansı blok diyagramı gösterilmektedir. 1N4148 Zener diyodu sıcaklık sensörü olarak kullanılmıştır. Wheat-Stone köprü devresi kullanılarak, gerilim değişimi bir fark kuvvetlendirici ile 100 katına yükseltilebilir. Örneğin, 1°C'lik sıcaklık değişimi için diyot üzerinde oluşan gerilim düşümü 2.2mV ise, ortam sıcaklığı 25°C, ve vücut sıcaklığı 37°C ise çıkış gerilimi 2.64V olur, bkz Denklem 7.1.

$$100 \times 2.2mV / ^\circ C \times (37 - 25) = 2.64V \quad (7.1)$$

Bu şekilde, Vo1'den 2.64 Vpp değerinde bir gerilim ölçülebiliriz.

Solunum frekansını algılamak ve sinyaldeki küçük değişimleri yükseltmek için bir fark alıcı devre kullanılmıştır. Sinyal histerezis karşılaştırıcından geçince, bir kare dalga üretilmiş olur. Solunum frekansı algılama için bu kare dalga tek-kararlı devreyi tetiklemek amacıyla kullanılır.

## 2. Fark Kuvvetlendirici Devre



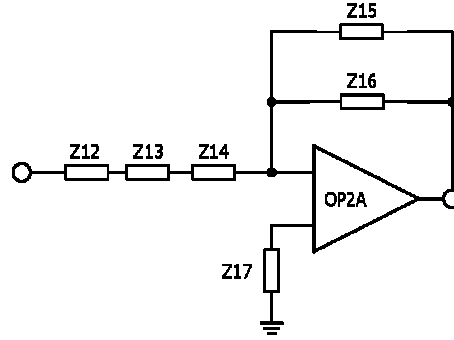
Şekil 7.3 Fark Kuvvetlendirici Devre

Şekil 7.3'te, D1 (1N914) kalibrasyon için kullanılmıştır. Oda sıcaklığında kalibrasyon yapmak için, düğmeyi CAL konumuna getirmek gerekir. OP1A gerilim çıkışı sıfır olacak şekilde Z2 ayarlanır. Solunum aktivitesini ölçmek için, düğmeyi MEAS konumuna getirmeliyiz. Fark kuvvetlendirici 1N4148 ve D2 arasındaki potansiyel farkını kuvvetlendirir. Z3=Z4 ve Z5=Z6 olduğunda, kazanç ifadesi Denklem 7.2'deki gibi ifade edilebilir.

$$A_v = \frac{Z_6}{Z_3} \quad (7.2)$$

Çok düşük frekansları içeren drift gerilimini (DC gerilimi) yok etmek için Z7, Z8 ve Z9 birlikte kullanılmıştır. Sinyal OP1B'den (evirmeyen kuvvetlendirici) geçerken tekrar kuvvetlendirilecektir. Vo1'i ölçerek solunumla değişen bir dalga şekli elde edebiliriz.

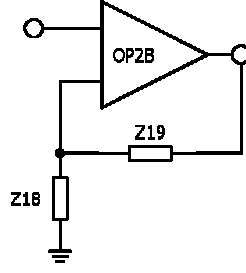
### 3. İntegral Alıcı Devre



Şekil 7.4 İntegral Alıcı Devre

Şekil 7.4, OP2A, Z14 ve Z26'dan oluşan, solunum dalga şeklinin değişim oranını algılamaya yarayan bir integral alıcı devreyi göstermektedir. Devrede, Z12 ve Z13 dirençleri, kuvvetlendiriciden kaynaklanan DC drift gerilimini yok etmek; Z15 ve Z16 dirençleri ise yüksek frekanslı gürültüleri yok etmek amacıyla kullanılmıştır. Z16=Z17 iken, gerilim kayması etkisi azaltılabilir, ve devrenin doyma bölgesine girmesi engellenebilir.

#### 4. Histerezisli Karşılaştırıcı Devre



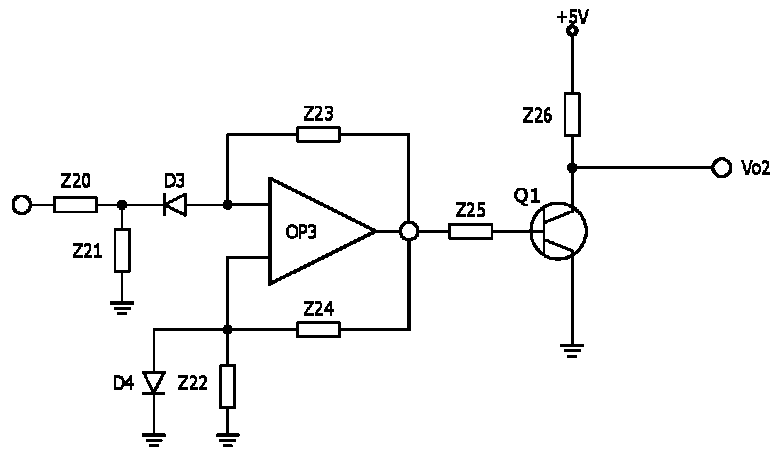
Şekil 7.5 Histerezisli Karşılaştırıcı Devre

Şekil 7.5, OP2B, Z18 ve Z19'dan oluşan bir histerezisli karşılaştırıcı devresini göstermektedir. Histerezisli karşılaştırıcı çıkışı negatif ve pozitif doyma bölgeleri arasındadır. Referans gerilim  $V_{th}$  Denklem 7.3'te ifade edildiği gibi Z18 ve Z19'dan elde edilebilir.

$$V_{th} = \pm \frac{Z_{18}}{Z_{18} + Z_{19}} V_{ss} \quad (7.3)$$

Suluk verme sırasında, sinyal gerilimi referans gerilimden küçüktür, çünkü vücut sıcaklığı daha yüksektir. OP2B çıkışı negatif doyma gerilimine gelir,  $V_{ss(sat)}$ . Aynı şekilde, soluk alma sırasında, sensör oda sıcaklığını algılar ve sinyal gerilimi referans gerilimden küçük olduğundan OP2B çıkışı pozitif doyma bölgesine  $V_{ss(sat)}$  gelir. Böylece bir kare dalga üretilmiş olur.

#### 5. Tek-kararlı Multibratör Devresi



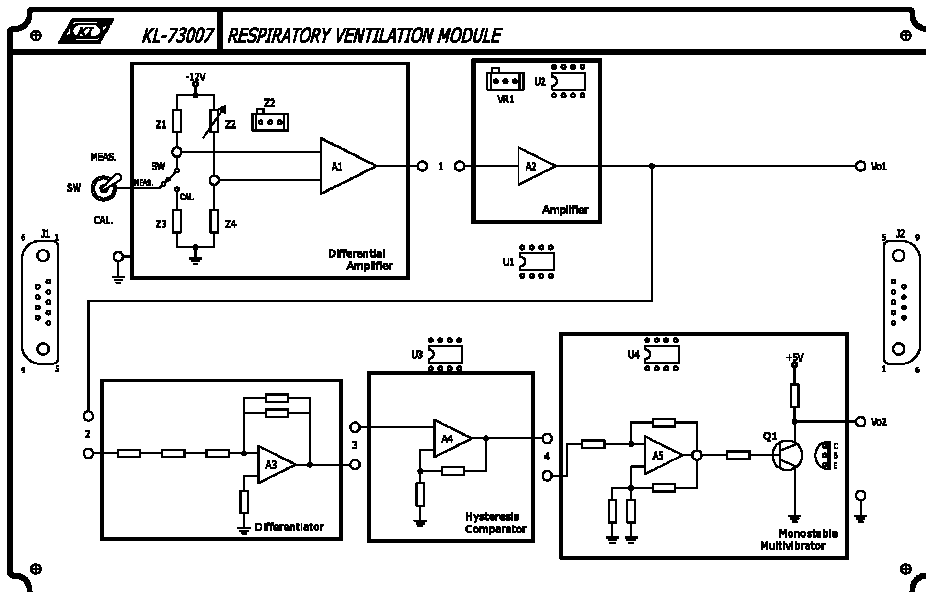
Şekil 7.6 Tek-kararlı Multibratör Devresi

Şekil 7.6, D4, Z22, Z23, Z24 ve OP3 ile gerçekleştirilen bir tek-kararlı multibratör devresini göstermektedir. Kararlı çalışmada, OP3 çıkışı pozitif doyma bölgesindedir. Z22, Z24 üzerinden şarj olur, ve Z22 gerilimi 0.6V olur. Z20 ve Z21, karşılaştırıcıdan gelen kare dalgayı ayırmak ve bir darbe üretmek için kullanılır. D3 üzerinden yalnızca negatif darbeler geçebildiğinden, OP3 pozitif terminali geriliminin negatif terminal geriliminden (0.6V) daha küçük olmasına neden olur, ve dalga oluşumunu tetikler. Bu durum, OP3 çıkışının negatif doyma bölgesine girmesine neden olur. Ardından, Z22 gerilimi pozitif terminal geriliminin altına inene kadar Z22 deşarj olur, ve sonunda kararlı potansiyel tekrar elde edilir.

### 7.3 GEREKLİ ELEMANLAR

1. KL-71001 Ana Kontrolör
2. KL-73007 Deney Modülü
3. Solunum Sensörlü Oksijen Maskesi (KL-73007A)
4. Dijital Bellekli Osiloskop (Ekstra donanım)
5. 10mm Bağlantı Fişleri
6. HUB
7. D-sub 9-9 Kablo

### 7.4 DENEYİN YAPILIŞI



Şekil 7.7 Solunum Ölçümleri Modülü

## 1. Fark Kuvvetlendirici Devresi Kalibrasyonu Deneyi

- (1) KL-73007'nin J2 bağlantı yuvasını KL-71001'in MODULE OUTPUT terminaline bağlayınız. Herhangi iki devre bloğu arasında bir bağlantı fişine ihtiyaç yoktur.
- (2) SW düğmesini CAL konumuna getiriniz. 'Differential Amplifier' çıkışını Dijital Metre ile ölçünüz. Z2 SVR değerini çıkış gerilimi 0 olacak şekilde ayarlayınız.

## 2. Kuvvetlendirici (1) Deneyi

- (1) KL-73007'nin J2 bağlantı yuvasını KL-71001'in MODULE OUTPUT terminaline bağlayınız. Herhangi iki devre bloğu arasında bir bağlantı fişine ihtiyaç yoktur.
- (2) KL-71001'in fonksiyon üretici çıkışını KL-73007'nin '1' numaralı terminal girişine, KL-71001'in GND terminalini KL-73007'nin toprak terminaline bağlayınız. Fonksiyon üretici çıkışını osiloskobun CH1 kanalına, ve "Amplifier 1" çıkış terminalini osiloskobun CH2 kanalına bağlayınız. VR1'i orta noktasına getiriniz.
- (3) Fonksiyon üreticinin sinüsoidal frekansını 1KHz değerine, genliğini 100mVpp değerine ayarlayınız. Kuvvetlendirici çıkış genliğini Sonuçlar bölümündeki Tablo 7.1'de gösterilen yere kaydediniz.
- (4) Eğer kuvvetlendirici çıkışı doyma bölgesindeyse, bozunumdan korunmak için fonksiyon üreticinin çıkış genliğini azaltınız.
- (5) Frekansı değişik değerlere ayarlayınız, ve kuvvetlendirici çıkış genliğini Sonuçlar bölümünde Tablo 7.1'e kaydediniz.

## 3. Fark Alıcı Devre Deneyi

- (1) KL-73007'nin J2 bağlantı yuvasını KL-71001'in MODULE OUTPUT terminaline bağlayınız. Herhangi iki devre bloğu arasında bir bağlantı fişine ihtiyaç yoktur.
- (2) KL-71001'in fonksiyon üretici çıkışını KL-73007'nin '2' numaralı terminal girişine, KL-71001'in GND terminalini KL-73007'nin toprak



terminaline bağlayınız. Fonksiyon üretici çıkışını osiloskobun CH1 kanalına, ve 'Differentiator' çıkış terminalini osiloskobun CH2 kanalına bağlayınız.

- (3) Fonksiyon üreticinin sinüsoidal frekansını 1KHz değerine, genliğini 1Vpp değerine ayarlayınız. Fark alıcı çıkış genliğini Sonuçlar bölümündeki Tablo 7.2'de gösterilen yere kaydediniz.
- (4) Frekansı değişik değerlere ayarlayınız, ve fark alıcı çıkış genliğini Sonuçlar bölümündeki Tablo 6.8'de gösterilen yere kaydediniz.

#### **4. Histerezisli Karşılaştırıcı Deneyi**

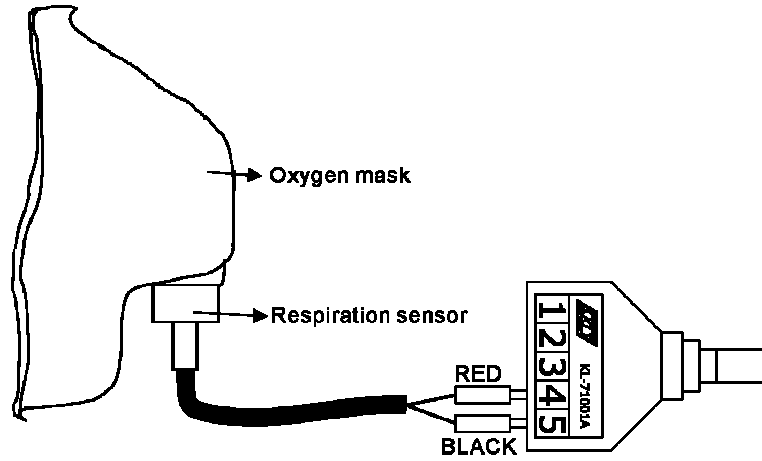
- (1) KL-73007'nin J2 bağlantı yuvasını KL-71001'in MODULE OUTPUT terminaline bağlayınız. Herhangi iki devre bloğu arasında bir bağlantı fişine ihtiyaç yoktur.
- (2) KL-71001'in fonksiyon üretici çıkışını KL-73007'nin '3' numaralı terminal girişine, KL-71001'in GND terminalini KL-73007'nin toprak terminaline bağlayınız. Fonksiyon üretici çıkışını osiloskobun CH1 kanalına, ve 'Hysteresis Comparator' çıkış terminalini osiloskobun CH2 kanalına bağlayınız.
- (3) Sinüsoidal çıkış frekansı 1KHz, çıkış genliği 100mVpp olacak şekilde fonksiyon üreticini ayarlayınız. Karşılaştırıcıdan bir çıkış alıncaya kadar GAIN 1 SVR değerini ayarlayınız. Karşılaştırıcı çıkış dalga şeklini Sonuçlar bölümünde Tablo 7.3'e kaydediniz.
- (4) Çıkış durum değiştirene kadar giriş genliğini arttırınız. Bu giriş genliğini kaydediniz.
- (5) Çıkış durum değiştirene kadar giriş genliğini azaltınız. Bu giriş genliğini kaydediniz.
- (6) +Vth ve -Vth genliklerini belirleyiniz.

#### **5. Tek-kararlı Devre Deneyi**

- (1) KL-73007'nin J2 bağlantı yuvasını KL-71001'in MODULE OUTPUT terminaline bağlayınız. Herhangi iki devre bloğu arasında bir bağlantı fişine ihtiyaç yoktur.

- (2) KL-71001'in fonksiyon üretici çıkışı KL-73007'nin '4' numaralı terminal girişine, KL-71001'in GND terminalini KL-73007'nin toprak terminaline bağlayınız. Fonksiyon üretici çıkışı osiloskobun CH1 kanalına, ve 'Monostable Multibrator' çıkış terminalini osiloskobun CH2 kanalına bağlayınız.
- (3) Sinüsoidal çıkış frekansı 100Hz, çıkış genliği 1Vpp olacak şekilde fonksiyon üreticini ayarlayınız. Tek-kararlı multibratör çıkış genliğini. Sonuçlar bölümünde Tablo 7.4'e kaydediniz.
- (4) Frekansı değişik değerlere ayarlayınız ve tek-kararlı multibratör çıkış genliğini Sonuçlar bölümünde Tablo 7.4'e kaydediniz.

## 6. Solunum Frekansı Ölçümü Deneyi (Sonuçlar dijital bellekli osiloskop ile kaydedilir)



Şekil 7.8 Oksijen Maskesi ~ HUB Bağlantısı

- (1) KL-73007'nin J1 ve J2 bağlantı yuvalarını, sırasıyla KL-71001'in MODULE INPUT ve MODULE OUTPUT terminallerine bağlayınız. 1, 2, 3 ve 4 numaralı noktaları bağlamak için bağlantı fişlerini kullanınız. Vo1 çıkış terminalini osiloskobun CH1 kanalına; Vo2 çıkış kanalını osiloskobun CH2 kanalına bağlayınız.
- (2) KL-71001'deki INPUT SELECT düğmesini kullanarak KL-73007 modülünü seçiniz (LCD ekrana bakınız). KL-71001 panelindeki IN4 ve IN5 LED'leri yanar. Bunun anlamı giriş sinyalinin bu girişlere bağlanması gerektiğidir. Yani solunum sensörü KL-73007A'yı bu giriş terminaline

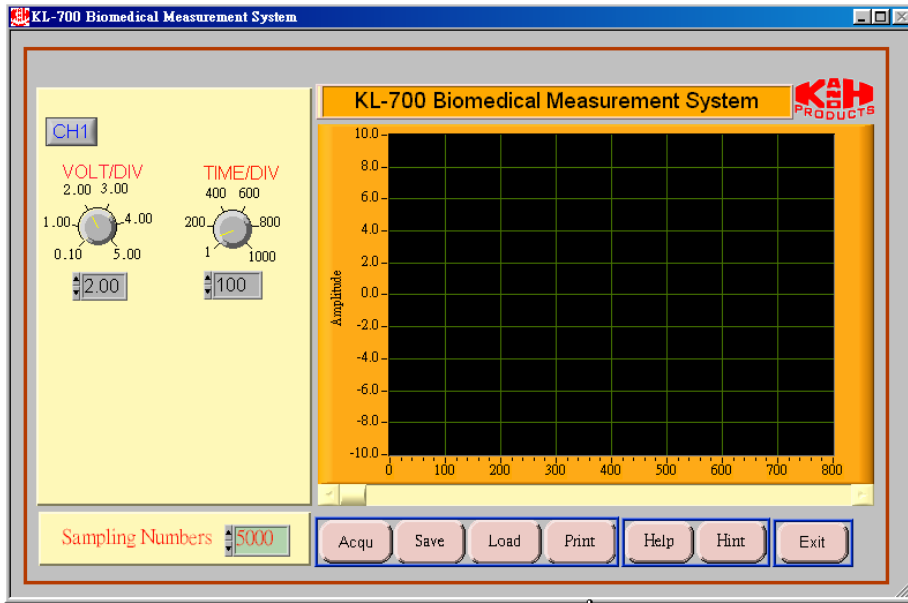
bağlayınız. Şekil 7.8'de gösterildiği gibi kırmızı terminal IN4'e, ve siyah terminal IN5'e bağlanmalıdır.

- (3) İki kanal için osiloskop giriş kaplini ayarını DC kaplin konumuna getiriniz. CH1 ve CH2 gerilim ölçeklerini 5V/div değerlerine getiriniz. İki kanalın zaman ölçeklerini de 5S/div değerine getiriniz.
- (4) SW düğmesini CAL konumuna getiriniz, ve A1 çıkış gerilimi 0 olacak şekilde Z2 SVR değerini ayarlayınız.
- (5) Oksijen maskesini solunum sensörüne bağlayınız ve SW düğmesini MEAS konumuna getiriniz ve solunum aktivitelerini ölçmeye başlayınız.
- (6) Solunum hızını normal seviyede tutunuz, ve osiloskoptaki solunum eğrisini ve tetikleme dalga şeklini Sonuçlar bölümünde Tablo 7.5'e kaydediniz.

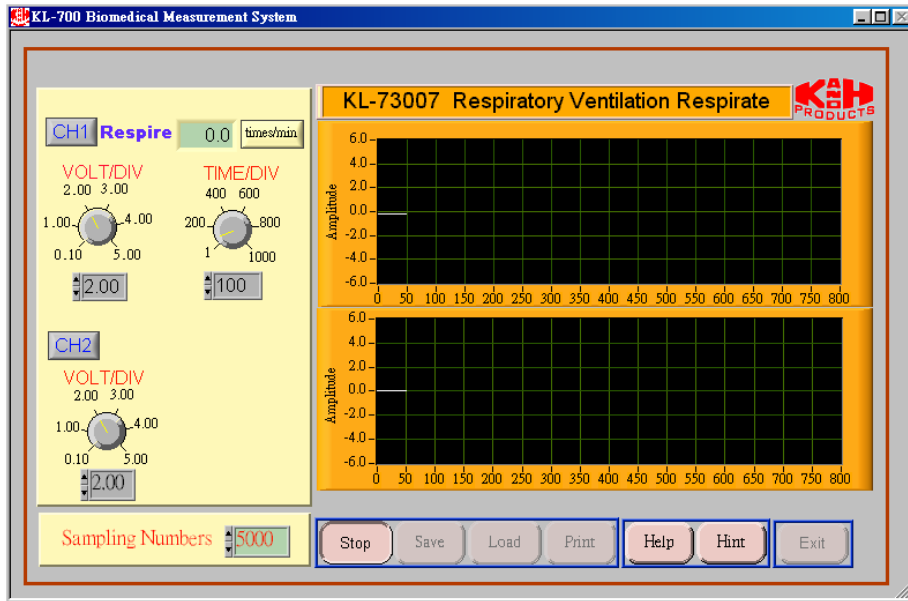
## **7. Solunum Frekansı Ölçümü Deneyi (Sonuçlar RS232 arayüzü aracılığıyla bilgisayara kaydedilir)**

- (1) KL-73007'nin J1 ve J2 bağlantı yuvalarını, sırasıyla KL-71001'in MODULE INPUT ve MODULE OUTPUT terminallerine bağlayınız. 1, 2, 3 ve 4 numaralı noktaları bağlamak için bağlantı fişlerini kullanınız. Vo1 çıkış terminalini osiloskobun CH1 kanalına; Vo2 çıkış kanalını osiloskobun CH2 kanalına bağlayınız.
- (2) KL-71001'deki INPUT SELECT düğmesini kullanarak KL-73007 modülünü seçiniz (LCD ekrana bakınız). KL-71001 panelindeki IN4 ve IN5 LED'leri yanar. Bunun anlamı giriş sinyalinin bu girişlere bağlanması gerektiğidir. Yani solunum sensörü KL-73007A'yı bu giriş terminaline bağlayınız. Şekil 7.8'de gösterildiği gibi kırmızı terminal IN4'e, ve siyah terminal IN5'e bağlanmalıdır.
- (3) SW düğmesini CAL konumuna getiriniz, ve A1 çıkış gerilimi 0 olacak şekilde Z2 SVR değerini ayarlayınız.
- (4) 9-pin RS232 kablosunu bilgisayarın iletişim portuna bağlayınız.
- (5) KL-700 Biyomedikal Ölçüm Sistemi programını çalıştırınız. Detaylı açıklama ve yükleme bilgileri için Bölüm 0'a bakınız.

(6) Yükleme tamamlandığında alttaki görüntü ekrana gelecektir.



(7) Altaki görüntünün otomatik olarak ekrana gelmesi için 'Acqu' tuşuna basınız, KL-73007 Solunum Ventilasyon Ekranı.



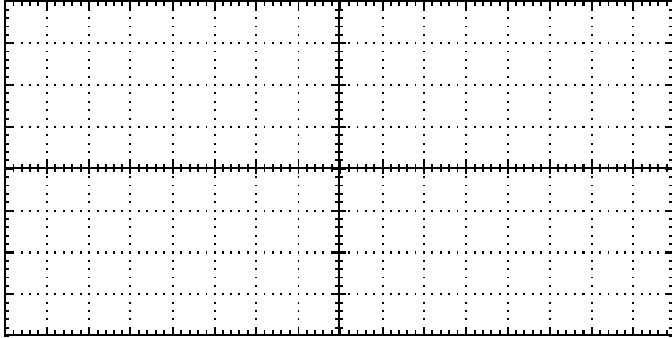
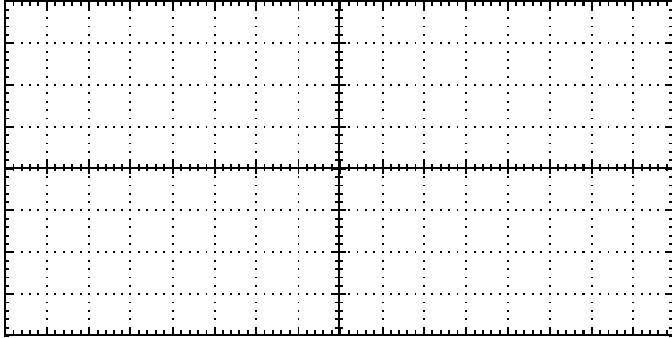
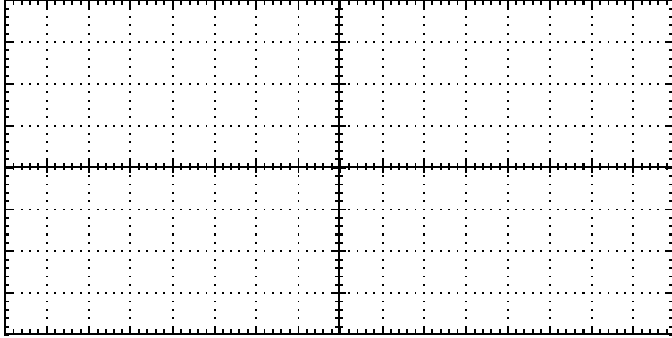
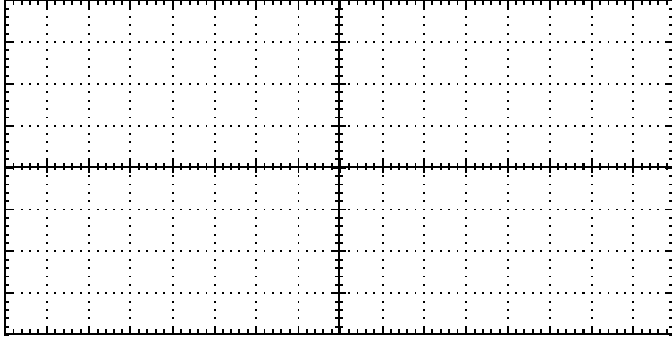
(8) Sinyal dalga şekli grafik alanının ortasında görünecek şekilde VOLT/DIV ve TIME/DIV ayarlarını yapınız.

(9) Oksijen maskesini solunum sensörüne bağlayınız ve SW düğmesini MEAS konumuna getiriniz ve solunum aktivitelerini ölçmeye başlayınız.

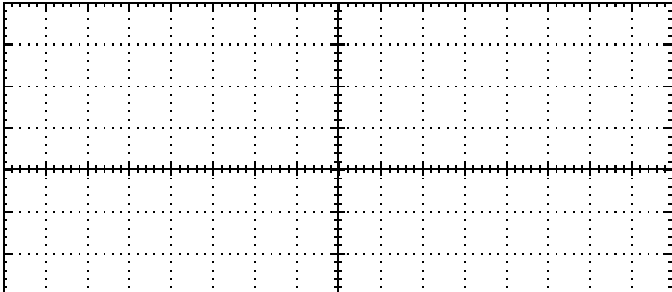
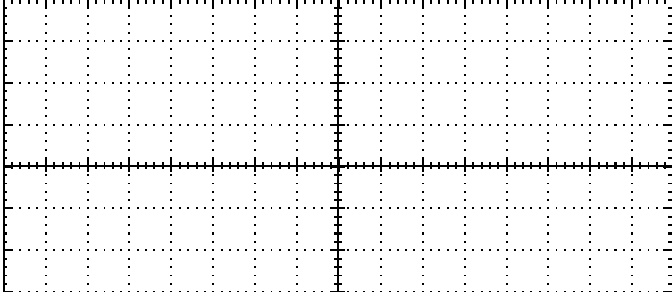
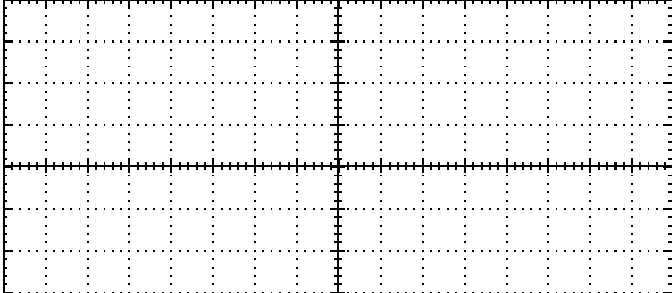
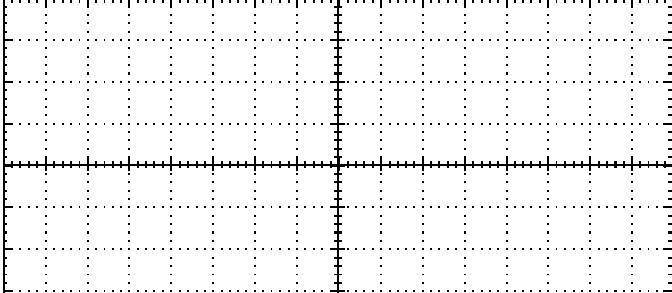
- (10) Solunum hızını normal seviyede tutunuz, ve osiloskoptaki solunum eğrisini ve tetikleme dalga şeklini bilgisayara kaydediniz.

## 7.5 SONUÇLAR

Tablo 7.1 Kuvvetlendirici Deneyi

Giriş Frekansı	Kuvvetlendirici Çıkışı
10Hz	
100Hz	
500Hz	
1KHz	

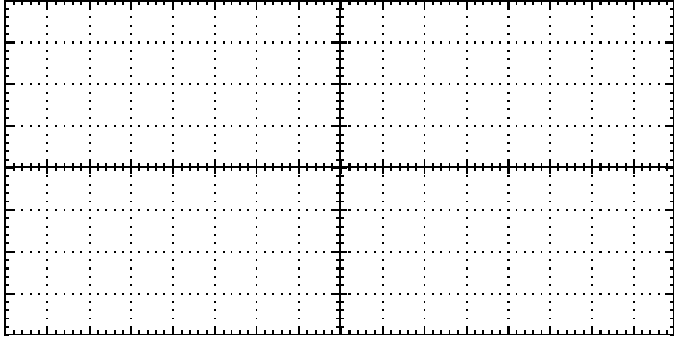
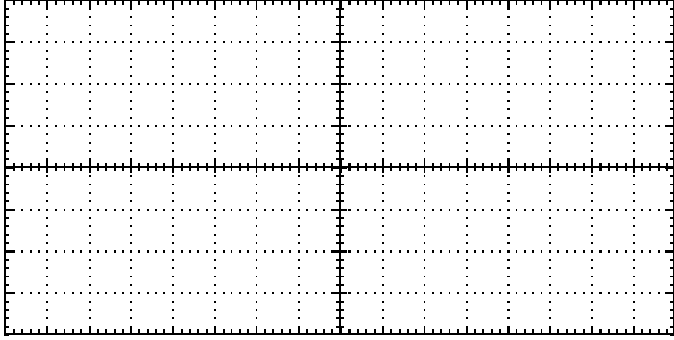
Tablo 7.2 Fark Alıcı Deneyi

Giriş Frekansı	Fark Alıcı (Differentiator) Çıkışı
10Hz	
100Hz	
500Hz	
1KHz	

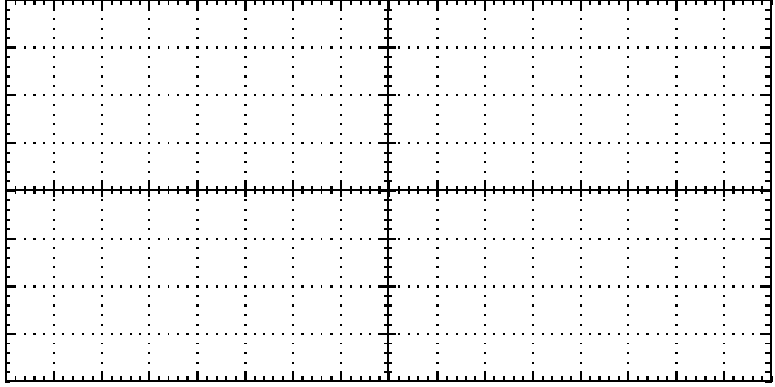
Tablo 7.3 Histerezisli Karşılaştırıcı Devresi Deneyi

	Giriş Genliği	Vth (Vss)
Çıkış durum değiştirene kadar giriş genliğini arttırınız.		
Çıkış durum değiştirene kadar giriş genliğini azaltınız.		

Tablo 7.4 Tek-kararlı Multibratör Devre Deneyi

Frekans	Tek kararlı Devre Çıkışı
1Hz	
10Hz	

Tablo 7.5 Solunum Frekansı Ölçümü Deneyi

Frekans	Vo1 (CH1) / Vo2 (CH2) Dalga Şekli
Normal frekansta solunum	

## 7.6 SORULAR

1. Oksijen maskesi yüze takılmadığında, oda sıcaklığında A1 çıkışı neden 0 olmaz?
2. Bu deneyde çift-kararlı devre kullanılması durumunda ne olur?
3. Bu deneyde neden tek-kararlı devre kullanılmıştır?