DENEY 2 ELEKTROMIYOGRAM(EMG) ÖLÇÜMÜ

2.0 AMAÇ

Bu deneyin amacı öğrencilerin, kasların bilinçli kontrolü ve kasları tetikleyen olayları kapsayan farklı kas aktivitelerinde elektrik potansiyelinin değişimlerini anlamalarına yardımcı olmaktır. Bunun yanı sıra alıştırmalarla, öğrenciler iskelet kaslarının izotonik ve izometrik kasılma sırasında oluşan kas gücü değişimini de öğrenebilirler.

2.1 FIZYOLOJIK PRENSIP

İskelet kası vücudumuzun ağırlığını destekler. İskelet kası, eklem kemiğe tutunan düz kaslar ve tendonlar yardımıyla dönen iki veya çoklu iskelet kasları birbirlerine karşıları zıtlaşır. Bunun anlamı biri kasılırken diğeri uzamaktadır. İskelet kası, çoklu nükleuslu hücrelerden oluşur ve kas lifi demetleri tek form şeklinde sıralanırlar. Aksiyon potansiyeli motor sinirinden, sinir tarafından kontrol edilen kas life doğru yayılır. Bu yayılım kas hücresi içindeki kalsiyum iyonunun ani artışını sağlar.

İskelet kasının temel bileşeni bilinçli olarak aktive olan motor birimidir. Belli sayıda motor birimi kas lifini oluşturur. Tek bir motor birimi (SMU), uyarıyla aktive olduğu zaman, 20-2000 mikro volt genlikte bir potansiyel dalga, 6-30 Hz deşarj frekansı ve 3-10 ms aralık gözlenmektedir. Kas lifinin kasılması daha küçük genlikte ve daha yüksek frekansta potansiyel sinyal oluşturur.

Bu süreç aksiyon potansiyelinin oluşumu ve kas liflerinin kasılmasını kaplar. Tek bir kas parçası, yüzlerce motor birimi tarafından düzenlenebilir. Sinir sistemi, değişik sayıda motor birimi uyararak kas aktivitelerinin farklı derecelerini kontrol etmeyi dener.

Daha fazla motor birimi uyarılırsa, daha fazla kas lifleri aktive olur. Böylece uyarılan motor birim sayısı, kas aktivitesinin derecesini belirler. ECG'ye benzer olarak, EMG de vücut yüzeyindeki elektrotlarda kaydedilebilir. Bilinçli kas aktivitesini genellikle EMG sinyallerinde büyük değişiklikler üretir. EKG den farklı olarak EMG sinyali düzensiz dalgalardan oluşur. Kas izotonik kasılma durumundayken, kasın uzunluğunda çok küçük bir kasılma olur ama gerilmesi hayli artar. Her ne kadar izotonik kasılma vücut hareketine sebep olmasa da kesinlikle ısıyı ve enerjiyi gerilime çevirerek tüketir. İzometrik kasılma herhangi bir yer değişime neden olmadığından, gerçek bir iş işlenmemiş olur.

2.2 DEVRE DİZAYNININ PRENSİPLERİ

1. EMG Ölçüm Devresinin Blok Diyagramı

Bir önceki bölümde anlatıldığı gibi, EMG sinyalleri kas lifleri aktive olduğu andaki aksiyon potansiyonelinin değişimidir. Farklı kas liflerinin karışmasını azaltmak için, deney içinde belirli hareketi belirleyeceğiniz zaman tek bir kas lifinin aktivasyonunu göz önünde bulundurmanız gerekmektedir. Şimdiki deney, üst kolun bükülme hareketini kontrol eden kol kasına odaklanmaktadır. Bir elektrot EMG ölçümü için bir kolun biceps kasına konur, referans test noktası diğer kol üstünde herhangi bir nokta olabilir. Ek olarak, elektrik çarpmalarını önleyebilmek için bir izolasyon devresi gereklidir. Şekil 2.1 EMG sinyali işlemi için devre bloklarını göstermektedir. Üst kola yerleştirilen yüzey elektrotları biceps kasındaki potansiyolenin küçük değişimlerini ölçmek için kullanılır. Tek kutuplu EMG sinyalleri için ölçüm anfisinin kazancı 10 olarak belirlenmektedir. İzolasyon devresi güç ve sinyal devresini ayırmaktadır. Bu ayırma işlemi optik metotla yapılmaktadır. Band geçiren filtrenin bant genişliği 100 ile 1000 Hz arasında ve anfi kazancı 50 veya 100 değerindedir. Böylece osilaskop EMG sinyallerini gösterebilmektedir. Yarı dalga doğrultucudan sonra, sinyaller kasların kuvvetini belirlemek için kullanılacaktır.

PROD



Şekil 2.1 EMG ölçümünün blok diyagramı

2. Yüzey elektrodu

insan vücudu değişik elektrolitik iyonları kapsayan çok sayıda likit hücreden oluşmaktadır. Hücre iç sıvısı, sodyum, potasyum, klor iyonlarını içerir. Aksiyon potansiyoneli, iyon konsantrasyonundaki değişiminden gelir. Bir elektrot, aksiyon potansiyonelini ortaya çıkarmak için kullanıldığında, girişim potansiyoneli üretmektedir. Bir metal elektrot elektrolit solüsyonuna temas ettiği zaman iki türlü kimyasal reaksiyon eş zamanlı meydana gelir. Biri oksidasyon reaksiyonu ki burada metal atomlar elektronlarını serbest bırakır ve metal iyonları haline gelir. Metal ve elektrolit sıvısı arasındaki girişimde, pozitif ve negatif yüklü iyonlar zıt yönlerde hareket ederler. Karşıt elektrikli iki iyon tabakası üretir. İki iyon katmansı arasındaki potansiyel farkına girişim potansiyoneli denilir. Genellikle biyolojik sinyal genişiliği, 50 mikro voltdan 1 mili volta ve metalin girişim potansiyoneli de 0.1 ile 1 V arasındadır. Buna ek elektrodun girişim potansiyoneli zaman içinde olarak değişmektedir. Günümüzde, gümüş-gümüş klorid elektrot üretiminde en çok kullanılan metaldir. Bu tür elektrot gümüşten üretilmektedir. Daha sonra gümüş ve elektrolitik solüsyonu temasıyla ince bir AgCl katmanı şeklindedir. Ve AgCl bir katman oluşturmadan, iki yönlü dönüşümle gümüş ve klor iyonları sağlar. Bu durum girişim potansiyonelinin yüksek olmasının nedenini açıklamaktadır. Şekil 2.2. de gösterildiği gibi KL-730 de jel yüzey elektrotları kullanılır. Elektrodun en üstünde gümüş-gümüş klorid elektrodu, ortada jel ile dolu oyuk bir bölüm ve altta da elektrodu deride tutabilmek için kullanılan arkası yapışkan kauçuk dik mevcuttur.

PK



3. Önanfi Devresi



Şekil 2.3 ölçüm anfisi OP1 ile oluşturulan önanfi devresi gösterilmektedir. Ön anfinin gerilim kazancı denklem 2.1 deki gibi bulunabilir:



OP3 ile oluşturulmuş izolasyon devresi şekil 2.4 de gösterilmektedir. Burada izolasyon sinyali optik yaklaşımla elde edilmektedir.

5. Bant Geçirmeyen Filtre Devresi



Şekil 2.5 Bant Geçirmeyen Filtre devresi

Şekil 2.5 RC devrelerle oluşturulan çift-T bant geçirmeyen fitre devresini göstermektedir. Bu devre OP3B Z₃, Z₄, Z₅ (veya Z₆), Z₇, Z₈ ve Z₉ içermektedir. Eğer Z₃=Z₇, Z₄=Z₈, Z₅=0.5*Z₃(veya Z₆=0.5*Z₃) ve Z₉=2*Z₄ ise merkez frekansı denklem 2.2 deki gibi hesaplanmaktadır.

6. Bant Geçiren Filtre Devresi



(2.2)

EMG ölçüm devre dizaynında, OP4B şekil 2.6 da gösterildiği gibi 2. dereceden yüksek geçirgen filtre olarak kullanılmaktadır. Filtrenin kesim frekansı 1000 Hz olarak ayarlanır. Denklem 2.3 de gösterildiği şekilde Z_{11} , Z_{12} , Z_{13} ve Z_{14} ye bağlı olarak ifade edilir.

$$f_{H} = \frac{1}{2\pi\sqrt{Z_{11}Z_{12}Z_{13}Z_{14}}}$$
(2.3)

Denklem 2.4 te bant geçirme kazancı ifade edilmiştir.

$$\frac{Z_{15} + Z_{16}}{Z_{15}} = 1.56$$
(2.4)



Şekil 2.7 2. dereceden yüksek geçirgen filtre

Şekil 2.7 OP5A ile oluşturulmuş 2. dereceden yüksek geçirgen filtre devresini göstermektedir. Filtrenin kesim frekansı 100 Hz olarak ayarlanır. Denklem 2.5 de gösterildiği şekilde Z_{20} , Z_{21} , Z_{22} ve Z_{23} ye bağlı olarak ifade edilir.

$$f_L = \frac{1}{2\pi\sqrt{Z_{20}Z_{21}Z_{22}Z_{23}}}$$

Denklem 2.6 te bant geçirme kazancı ifade edilmiştir.

$$\frac{Z_{24} + Z_{25}}{Z_{24}} = 1.56$$
 (2.6)

Bu yüksek geçirgen filtre kas kuvvetinin ölçümü esnasında oluşan düşük frekanslı gürültülerin kaldırılması için kullanılmaktadır.



Şekil 2.8 OP4A ile oluşturulan evirmeyen anfi devresi gösterilmektedir. Anfi devresinde, kazanç değeri Z_{17} veya Z_{18} ile denklem 2.7 de gösterildiği gibi ayarlanabilir:

$$A_V = \frac{Z_{19} + Z_{17}}{Z_{19}} \& A_V = \frac{Z_{19} + Z_{18}}{Z_{19}}$$

(2.7)

8. Yarım Dalga Doğrultucu Devresi



Şekil 2.9 Yarım dalga doğrultucu devresi

Kas kuvveti ölçüm devresi için, kazanç anfisinden geçen sinyal değerinin doğrultulup entegralinin alınması gerekmektedir. Şekil 2.9 OP5A, D₁, D₂, Z₂₆ ve Z₂₇ ile oluşturulmuş yarım dalga doğrultucu devresini göstermektedir. Buradaki doğrultucunun fonksiyonu iki adet diyotla yapılan doğrultucudan farklıdır. Çünkü iki adet diyotla yapılan doğrultma işleminde diyotlar üzerinde 0.7V gerilim oluşmaktadır. Başka bir deyişle, doğrultulmuş sinyalin değeri 0.7 V düşük olmaktadır. Burada diyotun On ve OFF konumlarında OP AMP in dahili akımı kullanılarak bu durumun önüne geçmeye çalışılmıştır. Böylece tüm doğrultucu devrelerinde açma voltaj düşmesi oluşmaz.





Şekil 2.10 OP6B, Z_{28} , Z_{29} ve Z_{30} ile oluşturulmuş integratör devresini göstermektedir.







2.3 GEREKLİ EKİPMAN

- 1. KL-76001 Ana Ünitesi
- 2. KL-75002 Elektrokmiyogram Modülü
- 3. Vücut yüzey elektrotları
- 4. Dijital osilaskop
- 5. KL-79101 5 iletkenli elektrot kablosu
- 6. Dambil
- 7. Alkol hazırlama bezleri
- 8. Elektrot uçları
- 9. DB9 kablosu
- 10. BNC kablo
- 11.USB kablosu
- 12. Bağlantı iletkeni
- 13.10 mm köprü ucu
- 14. Kesici

2.4 İŞLEM BASAMAKLARI



A. Ön anfi devresinin kalibrasyonu

1. KL-75002 EMG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

107

 $\textcircled{\black}{\black}$

			4 L			
	KL-76001	KL-75002 B	EMG Module			
	Section	Area	Terminal	То	Block	Terminal
	MODULE OUTPUT	— 9-Pin		\rightarrow	—	J2
15	-1612	KL-	75002 EM	G Modu	lle	
	Block	Term	inal To	0	Block	Terminal
PK-	Pre-Amplifier x 10	Elect	ro1)	Pre	-Amplifier x 10	Electro2
	Pre-Amplifier x 10	Elect	ro2 →	Pre	-Amplifier x 10	Electro3

- 2. Gücü devreye uygulayınız.
- 3. Ön anfi çıkışını DVM in pozitif probuna ve Elektro 3 terminalini negatif proba bağlayınız.
- 4. DC gerilim çıkışını DVM 0 olacak şekilde OFFSET potansiyometresi ile ayarlayınız.
- 5. Gücü kapatıp devreyi sökünüz.

B. Band Geçirmeyen Filtrenin (BRF) Ölçüm Karakteristiği

1. KL-75002 EMG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

KL-760	001 Main L	Jnit	KL-76001 Main Unit		
Section	Area	Terminal	То	Section	Area Terminal
FUNCTION			4	SCOPE	CH1
GENERATOR		OUIFUI		ADAPTOR	PRECIN
SCOPE		CH1	-	CH1 input of	the engillegeone
ADAPTOR		(BNC) 🔇	7		the oscilloscope
SCOPE		CH2	2	CH2 input of	the escillescope
ADAPTOR		(BNC)	7		the uscilluscope
	PR	EDUETE			

KL-760	001 Main Ur		🛞 KL-75002 EMG Module		
Section	Area	Terminal	То	Block	Terminal
MODULE OUTPUT		9-Pin	\rightarrow	<u> </u>	J2
FUNCTION GENERATOR		OUTPUT	\rightarrow	BRF	Input
FUNCTION GENERATOR		FGGND	<i>></i>		Ground (in the bottom right corner)
SCOPE ADAPTOR		CH2	÷	BRF	Output

- Köprüleme iletkenlerini 3 veya 4 e bağlayarak merkez frekansını 50 veya
 60 Hz e ayarlayınız. (yerel frekans değerine balı olarak)
- 3. Gücü devreye uygulayınız.
- Fonksiyon jeneratörünün frekans ve genlik kısımlarından gerekli ayarlamaları yaparak 1 Hz ve 1 Vpp değerinde sinyali uygulayarak CH1 kanalında izleyiniz.
- 5. BRF çıkışını CH2 kanalında izleyiniz. Genlik değerlerini tablo 2.1 e kayıt ediniz.
- Giriş sinüs sinyalini değiştirmeden 4. ve 5. adımları Tablo 2.1 te verilen farklı frekans değerleri için tekrarlayınız.

Giriş Frekansı	5Hz	10Hz	20Hz	30Hz	50 veya 60Hz	100Hz	200Hz	500Hz	1KHz
BRF Çıkışı (Vpp)									

Tablo 2.1 BRF'nin ölçülen çıkış genlik değerleri

 Tablo 2.1 e kayıt ettiğiniz değerler bağlı olarak, BRF nin karakteristiğini Tablo 2.2 de oluşturunuz.





C. Alçak Geçirgen Filtrenin (LPF) Ölçüm Karakteristiği

1. KL-75002 EMG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

KL-7600	KL-76001 Main Unit					
Section	Area	Terminal	То	Section	Area	Terminal
FUNCTION GENERATOR	- ®	OUTPUT	\rightarrow	SCOPE ADAPTOR		CH1
SCOPE ADAPTOR	- ,0	CH1 (BNC)	\rightarrow	CH1 input of th	ne oscillos	cope
SCOPE ADAPTOR	÷	CH2 (BNC)	\rightarrow	CH2 input of th	ne oscillos	cope

UR-					
KL-760)01 Main Ur	KL-75002 EMG Module			
Section	Area	Terminal	То	Block	Terminal 🛞
MODULE OUTPUT		9-Pin	\rightarrow	-	J2
FUNCTION GENERATOR		OUTPUT	\rightarrow	1KHz LPF	Input
FUNCTION GENERATOR	-	FGGND	\rightarrow	- PF	Ground (in the bottom right corner)
SCOPE ADAPTOR		CH2 🛞	\rightarrow	1KHz LPF	Output

2. Gücü devreye uygulayınız.

- Fonksiyon jeneratörünün frekans ve genlik kısımlarından gerekli ayarlamaları yaparak 1 Hz ve 1 Vpp değerinde sinyali uygulayarak CH1 kanalında izleyiniz.
- 4. LPF çıkışını CH2 kanalında izleyiniz. Genlik değerlerini tablo 2.3 e kayıt ediniz.
- 5. Giriş sinüs sinyalini değiştirmeden 3. ve 4. adımlarını Tablo 2.3 te verilen farklı frekanslar için tekrarlayınız.

Giriş Frekansı	100Hz	500Hz	700Hz	800Hz	1KHz	1.2KHz	1.3KHz	1.5KHz	5KHz
LPF									
Çıkışı									
(Vpp)							B		

Tablo 2.3 LPF'nin ölçülen çıkış genlik değerleri

 Tablo 2.3 e kayıt ettiğiniz değerler bağlı olarak, LPF nin karakteristiğini Tablo 2.4 de oluşturunuz.

Tablo 2.4 LPF'nin karakteristik eğrisi



7. Cihazı kapatıp bağlantıları sökünüz.



D. Kazanç Anfisinin Karakteristiğinin Ölçümü 🛞

1. KL-75002 EMG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

KL-760)01 Main L	Init	KL-76001 Main Unit			
Section	Area	Terminal	То	Section	Area	Terminal
FUNCTION GENERATOR		OUTPUT	\rightarrow	SCOPE ADAPTOR		CH1
SCOPE ADAPTOR		CH1 (BNC)	\rightarrow	CH1 input of th	ne oscilloso	cope
SCOPE ADAPTOR		CH2 (BNC)	\rightarrow	CH2 input of th	ne oscilloso	cope

KL-760	01 Main Ur	nit		KL-75002 EMG Module			
Section	Area	Terminal	То	Block	Terminal		
MODULE OUTPUT		9-Pin	\rightarrow		J2		
FUNCTION GENERATOR		OUTPUT	\rightarrow	Gain Amplifier	Input		
FUNCTION GENERATOR		FGGND	\rightarrow	PRODU	Ground (in the bottom right corner)		
SCOPE ADAPTOR	<u> </u>	CH2	\rightarrow	Gain Amplifier	Output		

- 2. KL-75002 EMG modülü üzerinde köprüleme iletkenini 8 konumuna yerleştiriniz. Bu anfi kazancını 100 değerine ayarlayacaktır.
- 3. Gücü devreye uygulayınız
- Fonksiyon jeneratörünün frekans ve genlik kısımlarından gerekli ayarlamaları yaparak 100 Hz ve 100 mVpp değerinde sinyali uygulayarak CH1 kanalında izleyiniz.
- 5. Ch2 ekranında oluşan değeri izleyiniz. CH2 ekranında oluşan anfi çıkış sinyali değerlerini Tablo 2.5 e kayıt ediniz.

Tablo 2.5 Ölçülen Kazanç Yükselteci Çıkış Genliği

Anfi Kazanç ayarları	.05	Anfi çıkış gerilimi (Vpp)
100		
200		
BRU		

- 6. Köprüleme kısmını 8 den 7 ye alınız. Bu durumda anfi kazancı 100 en 200 e çıkacaktır. Bu durumda 4 ve 5 adımlarını tekrarlayınız.
- 7. Devreyi kapatıp bağlantıları sökünüz.

E. Yüksek Geçirgen Filtrenin (HPF) Ölçüm Karakteristiği

1. KL-75002 EMG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

	KL-760)01 Main L	Init	KL-76001 Main Unit				
Z	Section	Area	Terminal	То	Section	Area	Terminal	
	FUNCTION GENERATOR		OUTPUT	\rightarrow	SCOPE ADAPTOR		CH1	
	SCOPE ADAPTOR		CH1 (BNC)	\rightarrow	CH1 input of th	ne oscilloso	cope	
	SCOPE ADAPTOR		CH2 (BNC)	\rightarrow	CH2 input of the	ne oscilloso	cope	
						30		

KL-760	01 Main Uni	it	KL-75002 EMG Module			
Section	Area	Terminal	То	Block	Terminal	
MODULE OUTPUT	-8	9-Pin	\rightarrow	_	J2	
FUNCTION GENERATOR	-	OUTPUT	\rightarrow	100Hz HPF	Input	
FUNCTION GENERATOR		FGGND	\rightarrow	-	Ground (in the bottom right corner)	
SCOPE ADAPTOR		CH2	\rightarrow	100Hz HPF	Output (Vo1)	
					B	

- 2. Gücü devreye uygulayınız.
- Fonksiyon jeneratorunun frekans ve genlik kısımlarından gerekli ayarlamaları yaparak 1 KHz ve 1 Vpp değerinde sinyali uygulayarak CH1 kanalında izleyiniz.
- 4. HPF çıkışını CH2 kanalında izleyiniz. Genlik değerlerini tablo 2.6 ya kayıt ediniz.
- 5. Giriş sinüs sinyalini değiştirmeden 3. ve 4. adımları tekrarlayınız. Değerleri tablo 2.6 ya kayıt ediniz.

Giriş Frekansı	1KHz	200Hz	150Hz	110Hz	100Hz	90Hz	50Hz	20Hz	1Hz
HPF						5			
Çıkışı					202				
(Vpp)				P					

Tablo 2.6 HPF'nin ölçülen çıkış genlik değerleri

6. Tablo 2.6 ya kayıt ettiğiniz değerler bağlı olarak, HPF nin karakteristiğini Tablo 2.7 de oluşturunuz.

V	5														<u>1</u>
-	£		:		:				£			 :			: <u>-</u>
	÷		1		:				ŧ						: 1
	£								F						: <u>-</u> {
	E		2						ŧ			-	-		: 1
	<u>+</u> · · ·								<u>+</u>			 			: -
	F		1	-					Ŧ		-		-		:]
	<u>-</u>	ļ	ļiiii	ļuu	ļ	ļ · · · ·	ŀ	ļ	<u>-</u>	ļ	ļ	 ļ	ļ	ļ	<u>i mi</u>
	E		÷		-			-	ŧ	-		-			: 1
	+ · · ·								+			 			:···-‡
	E .		-	-					ŧ						: 1
	+											 			· · · ·
			• • • • • •	•	•				t	-	-				. 1

7. Cihazı kapatıp bağlantıları sökünüz.

F. Yarım Dalga Doğrultucunun Ölçüm Karakteristikleri

1. KL-75002 EMG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

KL-760	001 Main U	nit		KL-76001 Main Unit			
Section	Area	Terminal	То	Section	Area Terminal		
FUNCTION GENERATOR		OUTPUT	\rightarrow	SCOPE ADAPTOR	PP CH1		
SCOPE ADAPTOR		CH1 (BNC)	\rightarrow	CH1 input of	the oscilloscope		
SCOPE ADAPTOR	-	CH2 (BNC)	\rightarrow	CH2 input of	the oscilloscope		

KL-7600)1 Main Ur		🛞 KL-75002 EMG Module			
Section	Area	Terminal	То	Block	Terminal	
MODULE OUTPUT		9-Pin	\rightarrow	<u> </u>	J2	
FUNCTION GENERATOR		OUTPUT	\rightarrow	Half-wave Rectifier	Input	
FUNCTION GENERATOR	-	FGGND	→	-	Ground (in the bottom right corner)	
SCOPE SCOPE ADAPTOR	_	CH2	\rightarrow	Half-wave Rectifier	Output	

- 2. Gücü devreye uygulayınız.
- 3. Fonksiyon jeneratörünün frekans ve genlik kısımlarından gerekli ayarlamaları yaparak 1 KHz ve 1 Vpp değerinde sinyali uygulayarak CH1 kanalında izleyiniz.
- 4. CH2 ekranında oluşan anfi çıkış sinyali izleyerek değerlerini Tablo 2.8 e kayıt ediniz.
 - Tablo 2.8 Yarı Dalga Doğrultucunun Çıkış Karakteristiğinin Ölçümü



TIC

5. Devreyi kapatıp bağlantıları sökünüz.



2-17

G. İntegrator & Bufer Karakteristik Ölçümleri 📀

1. KL-75002 EMG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

	KL-760	001 Main	Unit		KL-76001 Main Unit			
	Section	Area	Terminal	То	Section	Area	Terminal	
	FUNCTION GENERATOR	_	OUTPUT	\rightarrow	SCOPE ADAPTOR	—	CH1	
	SCOPE ADAPTOR	_	CH1 (BNC)	\rightarrow	CH1 input	of the oscil	loscope	
DR	SCOPE ADAPTOR		CH2 (BNC)	\rightarrow	CH2 input	of the oscil	loscope	

KL-760	01 Main Ur		KL-75002 EMG Module			
Section	Area	Terminal	То	Block	Terminal	
MODULE OUTPUT		9-Pin	\rightarrow		J2	
FUNCTION GENERATOR		OUTPUT	÷	Half-wave Rectifier	Input	
FUNCTION GENERATOR	_	FGGND	→	PRODU	Ground (in the bottom right corner)	
SCOPE ADAPTOR	_ (F)	CH2	\rightarrow	Integrator & Buffer	Output (Vo2)	

- KL-75002 EMG modülü üzerinde köprüleme iletkenini 11 e bağlayınız. Gücü devreye uygulayınız.
- 3. Cihazı açınız
- Fonksiyon jeneratörünün frekans ve genlik kısımlarından gerekli ayarlamaları yaparak 5 Hz ve 1 Vpp değerinde sinyali uygulayarak CH1 kanalında izleyiniz.
- 5. İntegratör çıkışını CH2 kanalında izleyiniz. Genlik değerlerini tablo 2.9 a kayıt ediniz.
- 6. Giriş sinüs sinyalini değiştirmeden 3. ve 4. adımlarını Tablo 2.9 de verilen farklı frekanslar için tekrarlayınız.





Tablo 2.9 İntegrator & Bufer çıkış dalga şekilleri ölçümleri

- 7. Cihazı kapatıp bağlantıları sökünüz.
- H. Osilaskop Kullanarak EMG Ölçümleri
- 1. KL-75002 EMG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

KL-7	6001 Maii	n Unit	KL-76001 Main Unit			
Section	Area	Terminal	То	Section	Area	Terminal
SCOPE ADAPTOR		CH1	\rightarrow	OUTPUT	ELECTRO- MYGRAM	Vo1
SCOPE ADAPTOR		CH2	→	OUTPUT	ELECTRO- MYGRAM	Vo2
SCOPE ADAPTOR		CH1 (BNC)	\rightarrow	CH1 input of	of the oscilloscope	e
SCOPE ADAPTOR		CH2 (BNC)	À	CH2 input of	of the oscilloscope	Э
		RODUC				

KL	-76001 Main	Unit		KL-75002	EMG Module
Section	Area	Terminal	То	Block	Terminal
MODULE OUTPUT		9-Pin	• >		J2

- 2. KL-75002 EMG modülü üzerinde köprüleme iletkenlerini 1, 2, 4(Hat frekansı), 5, 6, (kazanç=50), 9, 10 ve 11 i bağlayınız.
- 3. Ölçüm yapılacak kişinin üzerindeki saat ve ziynet eşyalarını çıkarmasını isteyiniz.
- 4. Ölçüm yapılacak kişinin ellerini rahatça parmak uçları aşağıya gelecek şekilde ve avuç içi önde açık olacak şekilde durmasını sağlayınız.
- 5. Dambılı dirseklerini bükerek kaldırmasını isteyiniz. Direnci azaltmak için derinin düzgün kısmını alkolle temizleyerek iki elektrodu aşağıdaki şekilde bağlayınız.



Şekil 2.12

- 6. Sol üst kolun üstündeki elektrodun yerini alkolle temizleyerek bağlayınız. Bu referans elektrot olacaktır. Sol kolun istediğiniz yerinde referans noktası belirleyebilirsiniz.
- 7. Bağlantı uçları KL-79101 5 iletkenli bağlantısının diğer kısımlarını yukarıda gösterildiği şekilde bağlayınız. KE-79101 5 iletkenli kabloyu KL-75002 EMG modülü üzerindeki J1 noktasına bağlayınız.
- 8. Enerjiyi veriniz. KL-76001 ana ünitesi üzerinde bulunan SEÇİM butonu yardımıyla MODÜL:75002 (EMG) kısmını seçiniz.

9. VOLT/DIV kontrolünden CH1 ve CH2 kanallarını 1V/div, TIME/DIV kontrolünden 500 mS/div kısmına ayarlayınız.

Notlar:

- a. Deneye başlamadan önce girişimlerden kaçınmak için kişilerin üzerinde bulunacak saat ve ziynet eşyalarını çıkarmalarını sağlayınız.
- b. Isotonik kasılma ölçümünde, eğer elektrotlar iyi sabitlenmemiş ve koldan düşüyor ise, bunları bant ile sabitleyiniz.



- d. Herhangi bir hareket veya titreme(elektrotların bağlı olduğu noktada) EMG sinyallerin diğerlerinden ayrılmasını zorlaştıracak gürültü sinyali üretecektir. Bu nedenlerdir ki isometrik ölçümü isotonik ölçümden önce gerçekleştiriyoruz.
- Kas yorgunluğu deneyinde, kasların yorulmasını sağlamak için ağırlığın birkaç kere kaldırılıp indirilmesini sağlayınız. Aksi takdirde EMG sinyallerini görmeniz zorlaşacaktır.
- 10. Isometrik Kasılma Ölçümü
 - ölçüm yapılacak kişinin ellerini rahatça parmak uçları aşağıya gelecek şekilde ve avuç içi önde açık olacak şekilde durmasını sağlayınız.
 - b. CH2 sinyalinin sabit olup olmadığını kontrol ediniz. Eğer değil ise, bunun anlamı deri ile elektrot arasında yüksek direnç var demektir.
 - c. Dirseği 90 derece kıvırarak bekletiniz. Kişi dumbılı 2 saniye civarında bu şekilde beklemelidir. Daha sonra dumbılı bırakınız. Tablo 2-10 da oluşan değerleri gözleyerek kayıt ediniz.



2-21

Koşul	CH1 (Giriş Sinyali) / CH2 (Çıkış Sinyali)					
Dirsekleri 90 derece						
bükerek bekleyiniz.						
Gözlemci dambılı 2						
saniye boyunca elinde						
tutacak ve daha sonra						
elinden bırakacaktır.						

Tablo 2.10 İzometrik Büzülmenin Ölçülen EMG Dalga Şekli

11. Isotonik Kasılma Ölçümü

- a. Bu işleme başlamadan önce 10. adım tekrarlanmalıdır.
- Ölçüm yapılacak kişinin ellerini rahatça parmak uçları aşağıya gelecek şekilde ve avuç içi önde açık olacak şekilde durmasını sağlayınız.
- c. Dumbılı kaldırmasını söyleyiniz.
- d. Dirseği 90 derece kıvırarak bekletiniz. Kişi dumbılı 2 saniye civarında bu şekilde beklemelidir. Daha sonra dumbılı bırakınız. Bu işlemin üç kere tekrarlanması gerekmektedir. Tablo 2-11 da oluşan değerleri gözleyerek kayıt ediniz.

Koşul	CH1 (Giriş Sinyali) / CH2 (Çıkış Sinyali)
Dirsekleri 90 derece	Fundantinalinalinalinalinalinalinalinalinalinal
bükerek dambılı	
kaldırınız ve iki saniye	
bekleyiniz. Daha sonra	
bırakınız.	
Bunu üç kere	
tekrarlayınız.	

Tablo 2.11 İzometrik Büzülmenin Ölçülen EMG Dalga Şekli

- 12. Kas Yorgunluğu Ölçümü
 - a. Bu işleme başlamadan önce 10 ve 11. adım tekrarlanmalıdır.
 - Ölçüm yapılacak kişinin ellerini rahatça parmak uçları aşağıya gelecek şekilde ve avuç içi önde açık olacak şekilde durmasını sağlayınız.
 - c. Dumbılı kaldırmasını söyleyiniz.
 - d. Dirseği 90 derece kıvırarak bekletiniz. Kişi dumbılı kas yorgunluğu oluşana kadar bu şekilde beklemelidir. Daha sonra dumbılı bırakınız. Tablo 2-12 da oluşan değerleri gözleyerek kayıt ediniz.

Tablo 2.12 Kas Yorgunluğunun Ölçülen EMG Dalga Şekli

Koşul	CH1 (Giriş Sinyali) / CH2 (Çıkış Sinyali)
Dambılı kaldırınız. Kas	
yorgunluğu oluşana	
kadar dirsekleri 90	
derece bükünüz Daha	
sonra dambılı	
bırakınız. 🛞	
	[]

- 13. Köprülenmiş kısımları 8 den 7 e alınız. Bu değişiklik anfi kazancını 100 den 200 e değiştirecektir.
- 14.10 dan 12 ye kadar olan adımları yeni anfi kazancı ile tekrarlayınız.
- 15. Gücü kapatınız. Bağlantıları sökünüz.

I. KL-730 Yazılımı Kullanarak İnsan EMG Ölçümü

1. KL-75002 EMG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

6

		O					
KL-76001 Main Unit				KL-75002 EMG Module			
Section	Area	Terminal	То	Block	Terminal		
MODULE OUTPUT		9-Pin	\rightarrow	_	J2		
	PROF						

- 2. KL-75002 EMG modülü üzerinde köprüleme iletkenlerini 1, 2, 4(hat frekansı=60 Hz), 5, 6, 8(kazanç 100), 9, 10 ve 11.
- 3. Ölçüm yapılacak kişinin üzerindeki saat ve ziynet eşyalarını çıkarmasını isteyiniz.
- 4. Ölçüm yapılacak kişinin ellerini rahatça parmak uçları aşağıya gelecek şekilde ve avuç içi önde açık olacak şekilde durmasını sağlayınız.
- 5. Dambılı dirseklerini bükerek kaldırmasını isteyiniz. Direnci azaltmak için derinin düzgün kısmını alkolle temizleyerek iki elektrodu aşağıdaki şekilde bağlayınız.



- Sol üst kolun üstündeki elektrodun yerini alkolle temizleyerek bağlayınız. Bu referans elektrot olacaktır. Sol kolun istediğiniz yerinde referans noktası belirleyebilirsiniz.
- Bağlantı uçları KL-79101 5 iletkenli bağlantısının diğer kısımlarını yukarıda gösterildiği şekilde bağlayınız. KL-79101 5 iletkenli kabloyu KL-75002 EMG modülü üzerindeki J1 noktasına bağlayınız.
- 8. KL-76001 ana ünitesi üzerindeki USB portu bilgisayara USB kablo üzerinden bağlayınız.
- Enerjiyi veriniz. KL-76001 ana ünitesi üzerinde bulunan SEÇİM butonu yardımıyla MODÜL:75002 (EMG) kısmını seçiniz.
- 10. Bilgisayarı çalıştırınız.

PROC

11.KL-730 programını başlatınız. KL-730 Biyomedikal ölçüm sistem penceresi aşağıdaki gibi görünmektedir.



12. Acquire butonuna basınız. Sistem KL-75002 elektromiyogram dalga şeklini USB port üzerinden aktarmaya başlayacaktır.





PRODU



- Not: Eğer "COM PORT arıza" mesajı görüntüleniyorsa bağlantıyı ve COM PORT ayarlarının doğru gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğini kontrol ediniz.
- 13. VOLT/DIV kontrolü ve TIME/DIV kontrolünden sinyalleri okunacak doğrulukta ayarlayınız.

Notlar:

- a. Deneye başlamadan önce girişimlerden kaçınmak için kişilerin üzerinde bulunacak saat ve ziynet eşyalarını çıkarmalarını sağlayınız.
- b. Isotonik kasılma ölçümünde, eğer elektrotlar iyi sabitlenmemiş ve koldan düşüyor ise, bunları bant ile sabitleyiniz.
- c. Eğer deri ile elektrot arasında direnç çok yüksek ise, alkol temizleme bezi ile temizleyiniz.
- d. Herhangi bir hareket veya titreme(elektrotların bağlı olduğu noktada)
 EMG sinyallerin diğerlerinden ayrılmasını zorlaştıracak gürültü sinyali üretecektir. Bu nedenlerdir ki isometrik ölçümü isotonik ölçümden önce gerçekleştiriyoruz.

- e. Kas yorgunluğu deneyinde, kasların yorulmasını sağlamak için ağırlığın birkaç kere kaldırılıp indirilmesini sağlayınız. Aksi takdirde EMG sinyallerini görmeniz zorlaşacaktır.
- 14. Isometrik Kasılma Ölçümü
 - a. Ölçüm yapılacak kişinin ellerini rahatça parmak uçları aşağıya gelecek şekilde ve avuç içi önde açık olacak şekilde durmasını sağlayınız.



b. CH2 sinyalinin sabit olup olmadığını kontrol ediniz. Eğer değil ise, bunun anlamı deri ile elektrot arasında yüksek direnç var demektir.

- Dirseği 90 derece kıvırarak bekletiniz. Kişi dumbılı 2 saniye civarında bu şekilde beklemelidir. Daha sonra dumbılı bırakınız. Tablo 2-10 da oluşan değerleri gözleyerek kayıt ediniz.
- 15. Isotonik Kasılma Ölçümü
 - a. Bu işleme başlamadan önce 14. adım tamamlanmalıdır.
 - Ölçüm yapılacak kişinin ellerini rahatça parmak uçları aşağıya gelecek şekilde ve avuç içi önde açık olacak şekilde durmasını sağlayınız.
 - c. Dumbılı kaldırmasını söyleyiniz.
 - d. Dirseği 90 derece kıvırarak bekletiniz. Kişi dumbılı 2 saniye civarında bu şekilde beklemelidir. Daha sonra dumbılı bırakınız. Bu işlemin üç kere tekrarlanması gerekmektedir. Tablo 2-11 da oluşan değerleri gözleyerek kayıt ediniz.

16. Kas Yorgunluğu Ölçümü

- a. Bu işleme başlamadan önce 14 ve 15. adım tamamlanmalıdır.
- b. Ölçüm yapılacak kişinin ellerini rahatça parmak uçları aşağıya gelecek şekilde ve avuç içi önde açık olacak şekilde durmasını sağlayınız.
- c. Dirseği 90 derece kıvırarak bekletiniz. Kişi dumbılı kas yorgunluğu oluşana kadar bu şekilde beklemelidir. Daha sonra dumbılı bırakınız. Tablo 2-11 da oluşan değerleri gözleyerek kayıt ediniz.

- 17. Köprülenmiş kısımları 8 den 7 e alınız. Bu değişiklik anfi kazancını 100 den 200 e değiştirecektir. 14 dan 16 ya kadar olan adımları yeni anfi kazancı ile tekrarlayınız.
- 18. KL-730 Biyomedikal ölçüm sisteminden çıkınız. Gücü kapatınız. Bağlantıları sökünüz.











2-28