

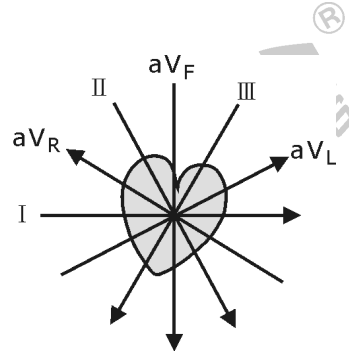
DENEY 1 ELEKTROKARDIOGRAM (ECG) ÖLÇÜMÜ

1.0 AMAÇ

Bu modül kalbin pompalama çevrimi boyunca elektriksel aktivitesinin nasıl oluştuğunun öğrencilerin daha iyi anlayabilmelerine yardımcı olmaktadır. Oluşan bu dalga şekline elektrokardiyogram (ECG) denilmektedir. Modül Wilson şebeke dizaynı ve izolasyon devre dizayn konularını da içermektedir. Altı farklı ECG sinyalini ölçmek için kullanılabilir.

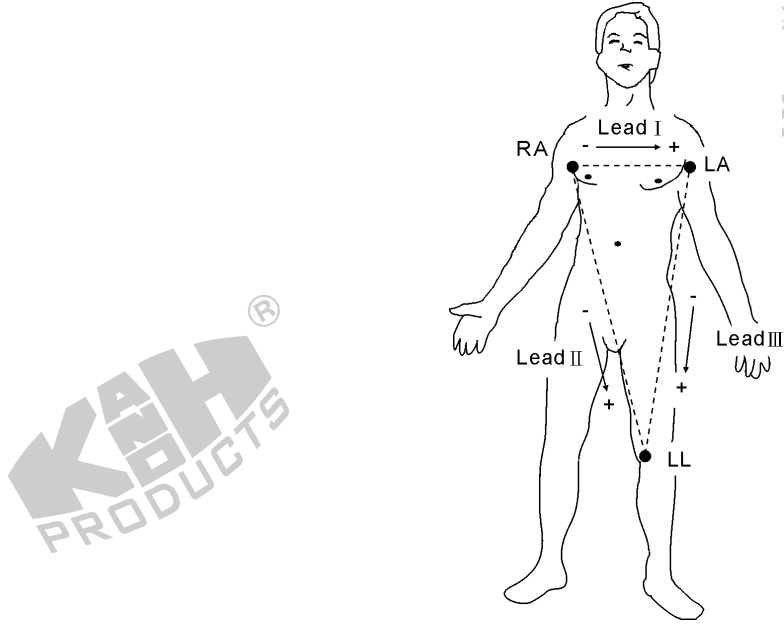
1.1 FİZYOLOJİK PRENSİP

İnsan kalbi kalp kaslarından oluşmaktadır. Bir hareket gerilimi oluştuğunda, bu durum kalp kaslarında kasılmaya neden olacaktır. Daha sonra kan tüm vücut yüzeyine pompalanacaktır. Bu arada, uygulanan gerilimden dolayı oluşan akım tüm vücudun geneline düzgün olarak yayılmamaktadır. Bunu insan vücudunun farklı yerlerinden uç olarak ölçmemizle açıklayabiliriz. Ölçülen dalga şekline elektrokardiyogram (ECG) denilir. Bu oluşan dalga şekli vücudun farklı noktalarından alınan sinyallerle gerçekleştirilir. Kardiyak gerilimi ölçmede altı adet standart uç mevcuttur. Bunlar Uç I, Uç II, Uç III aV_R , aV_L ve aV_F dir. Sağ ayak genellikle referans toprak olarak kabul edilir. Bu noktanın potansiyel değişimi kalbe en uzak nokta olduğu için en düşüktür. Gerçekte kalbin sistollerini otomatik sinir sistemi tarafından tam olarak kontrol edilemez. Ancak kalp pili şeklinde çalışan sinoatrial hücreler bunu gerçekleştirir. Sinoatrial nodan çıkan düzenli potansiyel tüm atriye yayılıp kasılmasını sağlar. Sonra atriyal kasılınca kanı karıncıklara gönderir. Bu esnada aksiyon potansiyeli, atrium ve ventrikular arasında bulunan atrioventricular nodan geçerek Purkinje lifleri aracılığıyla bütün ventriküle yayılır ve kasılmasını sağlar. Son olarak da ventrikul kanı damarlara pompalıyor.



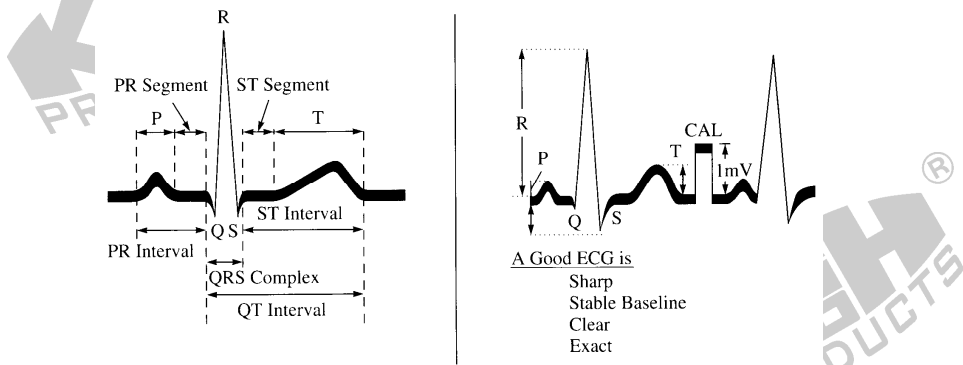
Şekil 1.1 Farklı ECG uçlarına göre kalp kardiyak potansiyel eksenleri

Sinirsel iletiler atrium ve ventriküllerden geçerken, elektriksel akımda kalp dokularına dağılır. Miyokardiyal aksiyon potansiyelinin oluşmasını tetiklemektedir. Aksiyon potansiyelinin bir kısmı deri üzerinde belirlenebilir. İşte bu yüzden vücut yüzeyine yerleştirdiğimiz elektrotlarla aksiyon potansiyelinin değişimini ölçebiliyoruz. Şüphesiz bu elektrotla kalbin yerine göre yerleştirilmektedir. Şekil 1.1. farklı ECG uç sinyallerinin ölçmede kullanılan kardiyak potansiyel eksenlerini göstermektedir. Yansıyan vektörler arasındaki açı değeri her biri için 60 derecedir. Her bir eksen bir ucu temsil etmektedir. Bu değerlerin elektrotların pozisyonu ile bir ilgisi yoktur. Bu olay Hollandalı fizyolog Willen Einthoven tarafından bulunmuştur. Bunu Einthoven üçgeni olarak da adlandırırız. Lütfen kardiyak vektörleri için Şekil 1.2 ye başvurunuz.



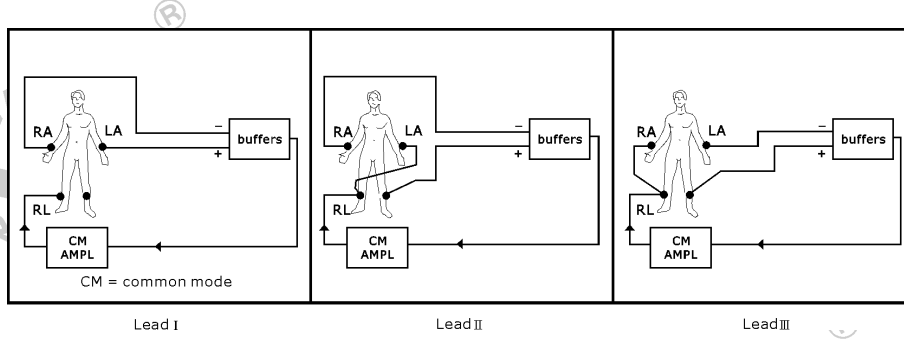
Şekil 1.2 Einthoven's üçgeni

Şekil 1.3 P dalgası, QRS dalgası ve T dalgasından oluşan normal bir ECG yi göstermektedir. P dalgası atrium kasılmasının depolarizasyonu ile oluşan akımdır. QRS ventriküler kasılmadan önce oluşan depolarizasyonla oluşan akımdır. Sonunda T dalgası ventriküler repolarizasyonla oluşur.

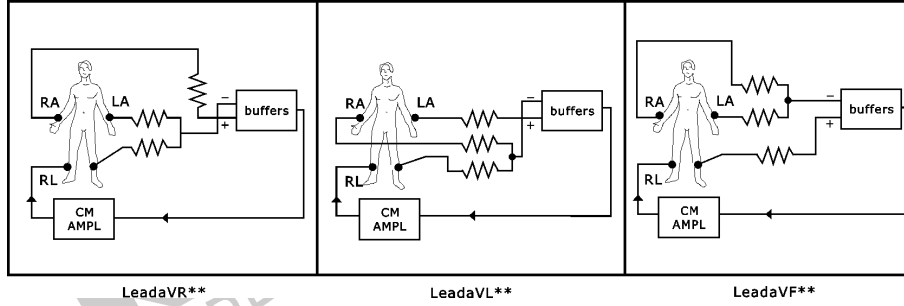


Şekil 1.3 ECG zaman ve dalga genlikleri

Şekil 1.4 Uç I, Uç II ve Uç III ü kapsayan farklı vektör yönlerindeki bipolar uç ölçümlerini göstermektedir. Şekil 1.5 te gösterildiği gibi tek yönlü uç ölçümünde uzuvlardan belirlenen iki ölçümün ortalaması toprak sinyalinin referansıdır. Tek yönlü uç ölçümü sağ koldan (aV_R) artan voltaj, sol koldan artan voltaj, ve ayaktan artan voltajı kapsar.



Şekil 1.4 İki kutuplu uç ölçümleri

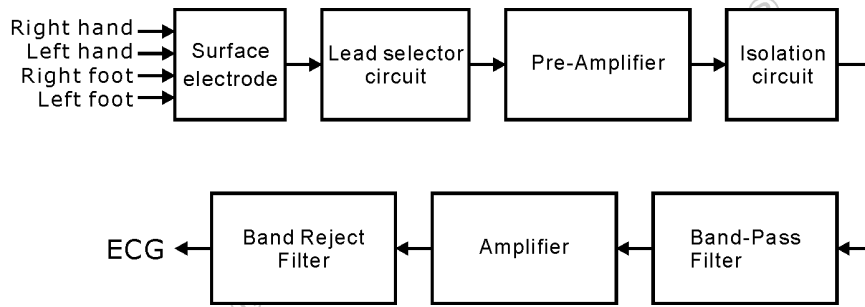


Şekil 1.5 Tek kutuplu uç ölçümleri

1.2 DEVRE DİZAYNININ PRENSİPLERİ

1. ECG Ölçüm Devresinin Blok Diyagramı

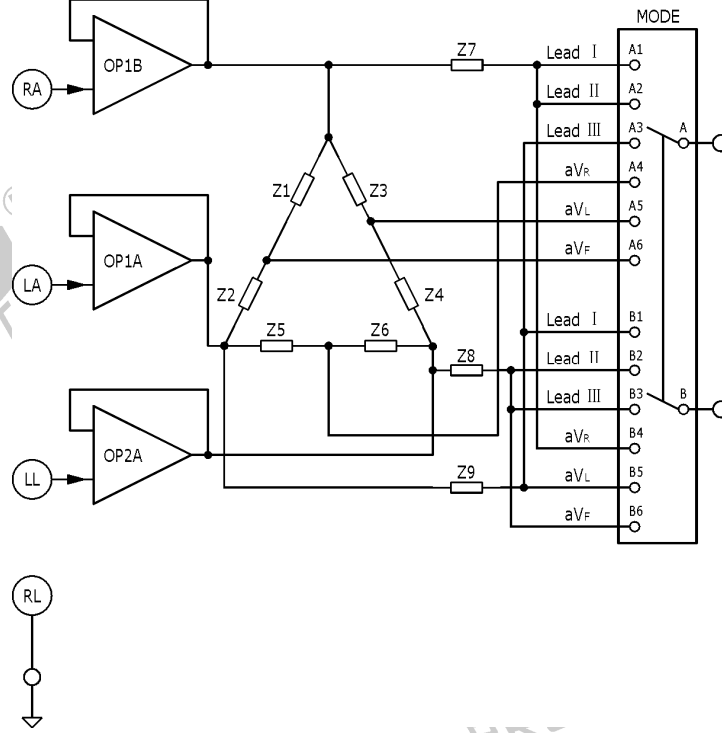
El ve bacaklarda yapılan ölçümler daha önce tanımlanmıştı. Sağ ayak devamlı olarak referans toprak olarak kullanılır. Test noktaları sağ kol, sol kol ve sol ayak, altı ECG ucu U_Ç I, U_Ç II, U_Ç III, aV_R, aV_L ve aV_F oluşturulur. Donanım maliyetleri düşünüldüğünde, bir kanal çok uçlu olarak gerçekleştirilebilir. Genel olarak, ECG sinyallerinde frekans 0.1 Hz den 100 Hz e ve maksimum genlikte 1 mV mertebesindedir. Bundan başka, ECG ölçümlerinde elektrik çarpmalarına maruz kalmamak için izolasyon devresi de kullanılmaktadır.



Şekil 1.6 ECG ölçüm devresinin Blok Şeması

Şekil 1.6 ECG ölçüm devresinin blok şemasını göstermektedir. ECG ölçümlerinde, yüzey elektrotları dört noktada zayıf sinyalleri ve zamanla değişen potansiyelleri ölçmek için yerleştirilir. U_Ç seçim devresi bir gerilim izleyici devresi içermektedir. Bu elektrotlar deri arasında oluşan empedans değerini karşılayarak hassasiyet sağlamak için kullanılır. Seçici devredeki üçgen seçim bağlantısı şekil 1.4 ve 1.5. de görülen farklı ölçüm modlarında gerçekleştirilir. Ölçüm anfinin girişine 100 değeri uygulandığında ECG vektörlerinden tek kutuplu sinyaller elde edilir. İzolasyon devresi optik metotlar kullanılarak güç kaynağı ile sinyal devresini izole eder. Band geçiren filtrenin band genişliği 0.1 den 100 Hz e kadar değişir ve kuvvetlendirici işleminde kazanç faktörü 10 a kadar yükselir. Sinyal 50 veya 60 Hz band geçirmeyen filtreden geçtikten sonra, sonuç sinyali osilaskop ekranında gösterilecektir.

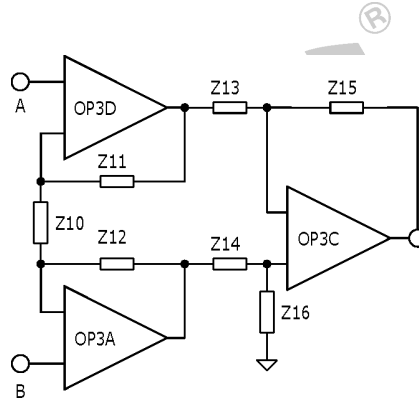
2. UÇ seçim devresi



Şekil 1.7 ECG uç seçim devresi

ECG uç seçim devresi şekil 1.7 de gösterilmektedir. Her iki OP1 ve OP2 Gerilim bölücüdür. Seçim devresinin giriş empedansını yükseltebilmek için, OP1 ve OP2 JFET giriş amfisi olarak dizayn edilmişlerdir. Z₁-Z₉ üçgen şebeke devresinin eşdeğer dirençleridir. Çift kutuplu uçlarda, OP1B-Z₇ ve OP1A-Z₉ uç I için, OP1B-Z₇ ve OP2A-Z₈ uç II için, OP1A~Z₉ ve OP2A~Z₈ uç III için ve RL sağ ayak için referans toprağıdır. Çift kutuplu uçlarda ise, OP1A-Z₅ ile OP2~Z₆ ve OP1B~Z₇ aV_R için, OP1B~Z₃ ile OP2A~Z₄ ve OP1A~Z₉ aV_L için ve OP1B~Z₁ ile OP1A~Z₂ ve OP2A~Z₈ aV_F için referanstır.

3. Önanfi Devresi

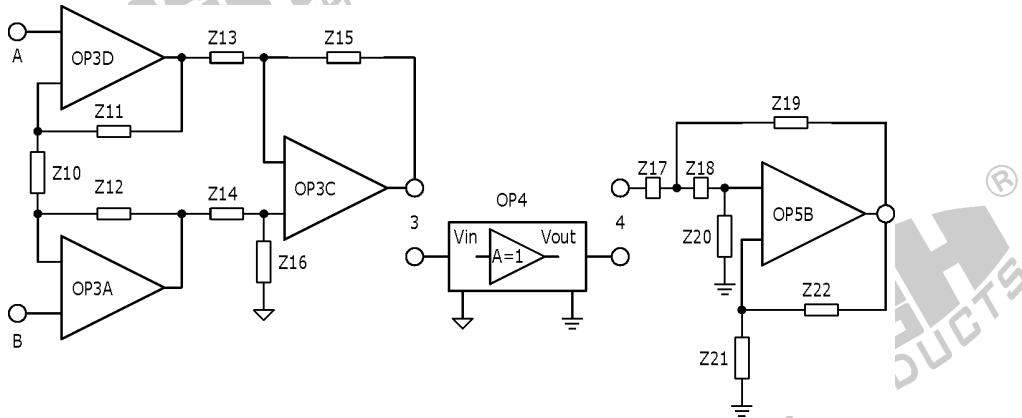


Şekil 1.8 Önanfi devresi

Şekil 1.8 ölçüm anfi OP3 ile oluşturulan önanfi devresi gösterilmektedir. Eğer $Z_{11} = Z_{12}$, $Z_{13} = Z_{14}$ ve $Z_{15} = Z_{16}$ ise, gerilim kazancı denklem 1.1 deki gibi bulunabilir:

$$A_v = \frac{Z_{15}}{Z_{13}} \left(1 + \frac{2Z_{11}}{Z_{10}} \right) \quad (1.1)$$

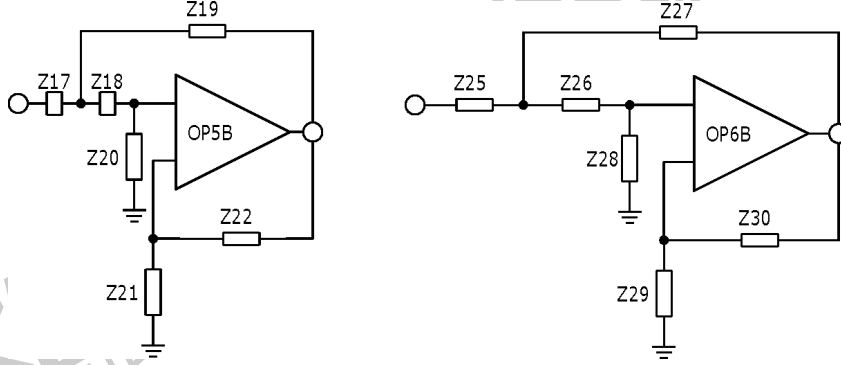
4. İzolasyon devresi



Şekil 1.9 İzolasyon devresi

OP4 ile oluşturulmuş izolasyon devresi şekil 1.9 da gösterilmektedir. Burada izolasyon sinyali optik yaklaşımla elde edilmektedir.

5. Band Geçiren Filtre Devresi



(a) 2. dereceden yüksek geçiren (b) 2. dereceden alçak geçiren

Şekil 1.10 Filtre devreleri

Devre dizaynında, OP5B şekil 1.10(a) da gösterildiği gibi 2. dereceden yüksek geçiren filtre olarak kullanılmaktadır. Filtrenin kesim frekansı 0.1 Hz veya 1 Hz olarak ayarlanır. Denklem 1.2 de gösterildiği şekilde Z_{17} , Z_{18} , Z_{19} ve Z_{20} ye bağlı olarak ifade edilir.

$$f_L = \frac{1}{2\pi\sqrt{Z_{17}Z_{18}Z_{19}Z_{20}}} \quad (1.2)$$

Denklem 1.3 te band geçirme kazancı ifade edilmiştir.

$$\frac{(Z_{21} + Z_{22})}{Z_{21}} = 1.56 \quad (1.3)$$

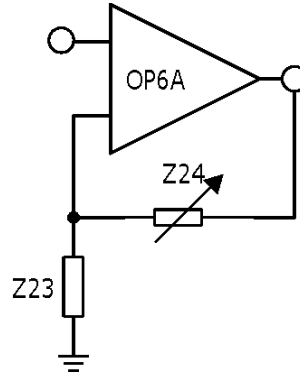
Devre dizaynında, OP6B şekil 1.10(b) de gösterildiği gibi 2. dereceden alçak geçiren filtre olarak kullanılmaktadır. Filtrenin kesim frekansı 100 Hz olarak ayarlanır. Denklem 1.4 de gösterildiği şekilde Z_{25} , Z_{26} , Z_{27} ve Z_{28} ye bağlı olarak ifade edilir.

$$f_H = \frac{1}{2\pi\sqrt{Z_{25}Z_{26}Z_{27}Z_{28}}} \quad (1.4)$$

Denklem 1.5 te band geçirme kazancı ifade edilmiştir.

$$\frac{(Z_{29} + Z_{30})}{Z_{29}} = 1.56 \quad (1.5)$$

6. Anfi Devresi

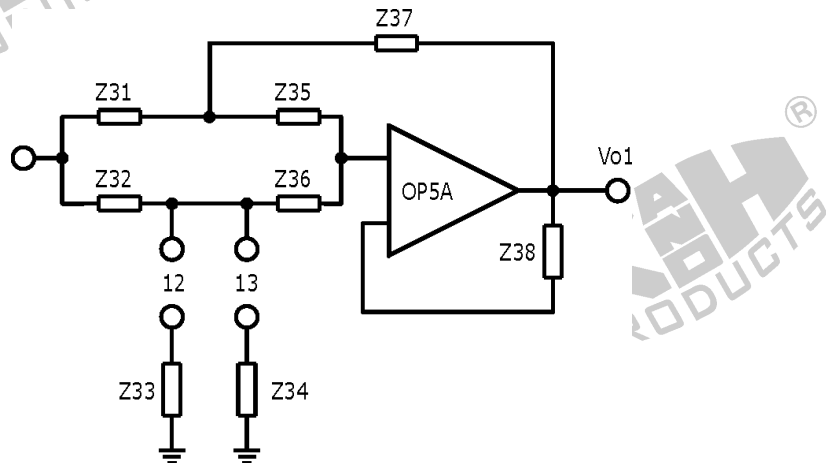


şekil 1.11 Evirmeyen anfi devresi

şekil 1.11 OP6A ile oluşturulan evirmeyen anfi devresi gösterilmektedir. Anfi devresinde, Z_{24} denklem 1.6 da gösterildiği gibi Z_{24} ile ayarlanabilir:

$$A_v = \frac{Z_{23} + Z_{24}}{Z_{23}} \quad (1.6)$$

7. Bant Geçirmeyen Filtre Devresi



şekil 1.12 Bant Geçirmeyen Filtre devresi

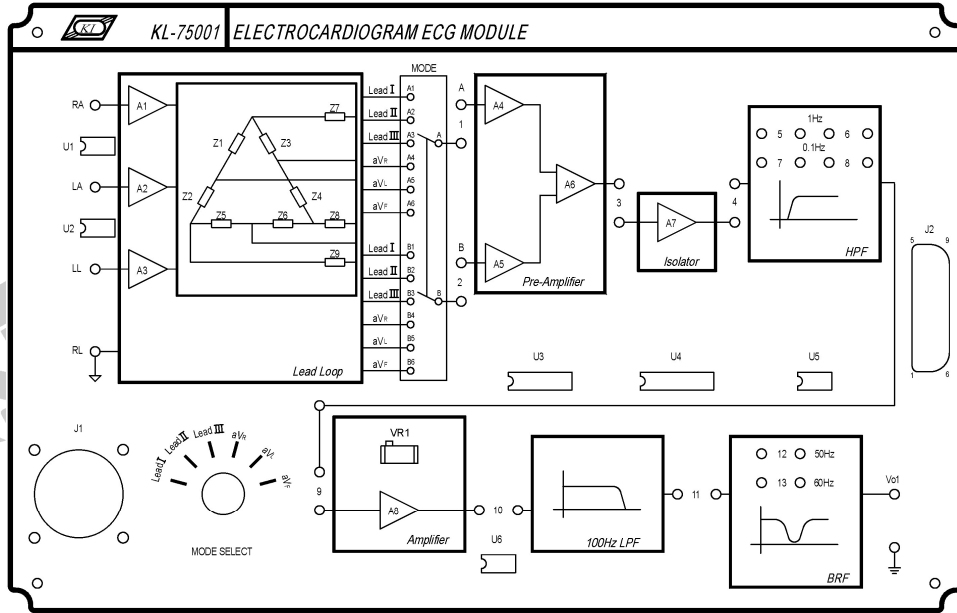
Şekil 1.12 RC devrelerle oluşturulan çift-T bant geçirmeyen filtre devresini göstermektedir. Bu devre OP5A Z_{31} , Z_{32} , Z_{33} (veya Z_{34}), Z_{35} , Z_{36} ve Z_{37} den oluşmaktadır. Eğer $Z_{31}=Z_{35}$, $Z_{32}=Z_{36}$, $Z_{33}=0.5*Z_{31}$ (veya $Z_{34}=0.5*Z_{31}$) ve $Z_{37}=Z_{32}$ ise merkez frekansı denklem 1.7 deki gibi hesaplanmaktadır.

$$f = \frac{1}{2\pi Z_{31} Z_{32}} \quad (1.7)$$

1.3 GEREKLİ EKİPMAN

1. KL-76001 Ana Ünitesi
2. KL-75001 Elektrokardiyogram Modülü
3. Dijital osilaskop
4. ECG simülatörü
5. KL-79101 5 iletkenli elektrot kablosu
6. Alkol hazırlama bezleri
7. Uç tutucular
8. Elektrot uçları
9. DB9 kablosu
10. BNC kablo
11. USB kablosu
12. Bağlantı iletkeni
13. 10 mm köprü ucu
14. Kesici

1.4 İŞLEM BASAMAKLARI



Şekil 1.13 KL-75001 ECG modülünün önden görünüşü

A. Yüksek Geçirgen Filtrenin (HPF) Ölçüm Karakteristiği

1. KL-75001 ECG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

KL-76001 Main Unit				KL-76001 Main Unit		
Section	Area	Terminal	To	Section	Area	Terminal
FUNCTION GENERATOR	--	OUTPUT	→	SCOPE ADAPTOR	--	CH1
SCOPE ADAPTOR	--	CH1 (BNC)	→	CH1 input of the oscilloscope		
SCOPE ADAPTOR	--	CH2 (BNC)	→	CH2 input of the oscilloscope		

KL-76001 Main Unit				KL-75001 ECG Module	
Section	Area	Terminal	To	Block	Terminal
MODULE OUTPUT	--	9-Pin	→	--	J2
FUNCTION GENERATOR	--	OUTPUT	→	HPF	Input
FUNCTION GENERATOR	--	FG.-GND	→	--	Ground (in the bottom right corner)
SCOPE ADAPTOR	--	CH2	→	HPF	Output

2. KL-76001 ECG modülü üzerinde, HPF bloğunun üzerinde köprüleme iletkenlerini 5 ve 6 ya bağlayınız. Bu HPF nin kesim frekansını 1 Hz e ayarlayacaktır.
3. Gücü devreye uygulayınız.
4. Fonksiyon jeneratörünün frekans ve genlik kısımlarından gerekli ayarlamaları yaparak 1 KHz ve 1 Vpp değerinde sinyali uygulayarak CH1 kanalında izleyiniz.
5. HPF çıkışını CH2 kanalında izleyiniz. Genlik değerlerini tablo 1.1 e kayıtlı ediniz.
6. Giriş sinüs sinyalini değiştirmeden 4. ve 5. adımları tekrarlayınız.

Tablo 1.1 HPF'nin ölçülen çıkış genlik değerleri

(a) Kesim frekansı = 1 Hz

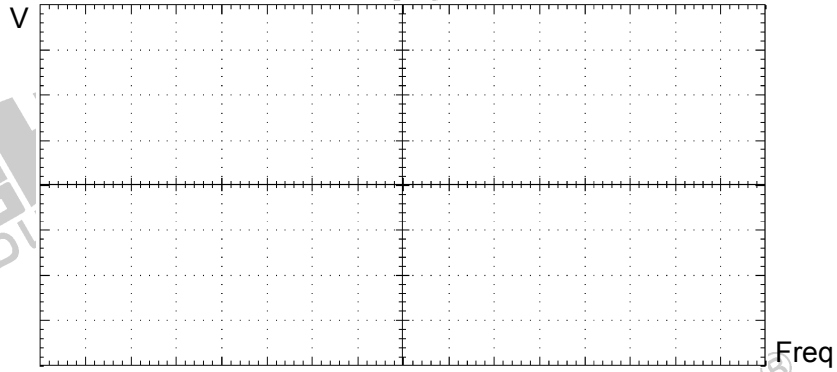
Giriş Frekansı	1KHz	10Hz	3Hz	2Hz	1Hz	0.9Hz	0.8Hz	0.5Hz	0.1Hz
HPF Çıkışı (Vpp)									

(b) Kesim frekansı = 0.1 Hz

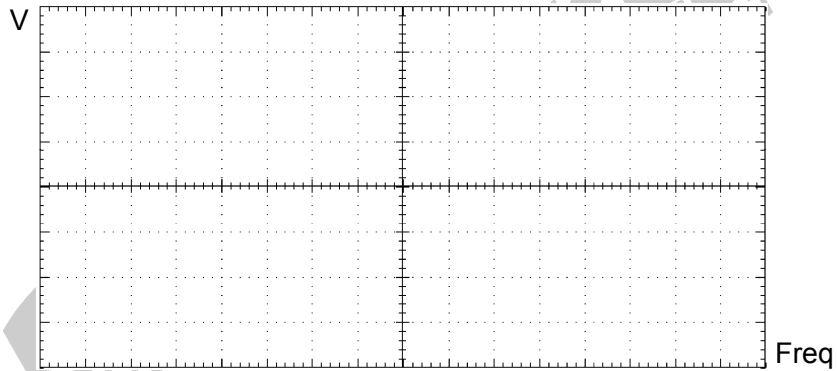
Giriş Frekansı	1KHz	100Hz	10Hz	5Hz	3Hz	1Hz	0.3Hz	0.2Hz	0.1Hz
HPF Çıkışı (Vpp)									

7. Tablo 1.1 e kayıt ettiğiniz değerler bağlı olarak, HPF nin karakteristiğini Tablo 1.2 de oluşturunuz.

Tablo 1.2 HPF'nin karakteristik eğrisi
(a) Kesim frekansı = 1 Hz



(b) Kesim frekansı = 0.1 Hz



8. Köprüleme iletkenini 5 ve 6 dan alarak 7 ve 8 üzerine yerleştiriniz. Bu değişim kesim frekansını 1 Hz den 0.1 Hz e ayarlayacaktır.
9. HPF kesim frekansı 0.1 Hz e ayarlı iken 4 ten 7 ye kadar olan adımları tekrarlayınız.
10. Cihazı kapatıp bağlantıları sökünüz.

B. Anfi Karakteristiğinin Ölçümü

1. KL-75001 ECG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

KL-76001 Main Unit				KL-76001 Main Unit		
Section	Area	Terminal	To	Section	Area	Terminal
FUNCTION GENERATOR	--	OUTPUT	→	SCOPE ADAPTOR	--	CH1
SCOPE ADAPTOR	--	CH1 (BNC)	→	CH1 input of the oscilloscope		
SCOPE ADAPTOR	--	CH2 (BNC)	→	CH2 input of the oscilloscope		

KL-76001 Main Unit				KL-75001 ECG Module	
Section	Area	Terminal	To	Block	Terminal
MODULE OUTPUT	--	9-Pin	→	--	J2
FUNCTION GENERATOR	--	OUTPUT	→	Amplifier	Input
FUNCTION GENERATOR	--	FG.-GND	→	--	Ground (in the bottom right corner)
SCOPE ADAPTOR	--	CH2	→	Amplifier	Output

2. Gücü devreye uygulayınız.
3. Fonksiyon jeneratörünün frekans ve genlik kısımlarından gerekli ayarlamaları yaparak 100 Hz ve 100 mVpp değerinde sinyali uygulayarak CH1 kanalında izleyiniz.
4. VR1 potansiyometresini saat ibresinin tersi yönünde en küçük değer için sonuna kadar döndürünüz. CH2 ekranında oluşan anfi çıkış sinyali değerlerini Tablo 1.3 e kayıt ediniz.
5. VR1 potansiyometresini saat ibresi yönünde değiştirerek en büyük bozulmamış çıkış sinyalini elde ediniz. Tepeden tepeye gerilim değerini Tablo 1.3 e kayıt ediniz.

Tablo 1.3 Anfi'nin ölçülen çıkış genlik değerleri

VR1 Konumu	Anfi çıkış gerilimi (Vpp)
Saatın tersi yönünde Minimum	
Maksimum distorsiyonsuz çıkış	

6. Devreyi kapatıp bağlantıları sökünüz.

C. Alçak Geçirgen Filtrenin (LPF) Ölçüm Karakteristiği

1. KL-75001 ECG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

KL-76001 Main Unit				KL-76001 Main Unit		
Section	Area	Terminal	To	Section	Area	Terminal
FUNCTION GENERATOR	--	OUTPUT	→	SCOPE ADAPTOR	--	CH1
SCOPE ADAPTOR	--	CH1 (BNC)	→	CH1 input of the oscilloscope		
SCOPE ADAPTOR	--	CH2 (BNC)	→	CH2 input of the oscilloscope		

KL-76001 Main Unit				KL-75001 ECG Module		
Section	Area	Terminal	To	Block	Terminal	
MODULE OUTPUT	--	9-Pin	→	--	J2	
FUNCTION GENERATOR	--	OUTPUT	→	100Hz LPF	Input	
FUNCTION GENERATOR	--	FG.-GND	→	--	Ground (in the bottom right corner)	
SCOPE ADAPTOR	--	CH2	→	100Hz LPF	Output	

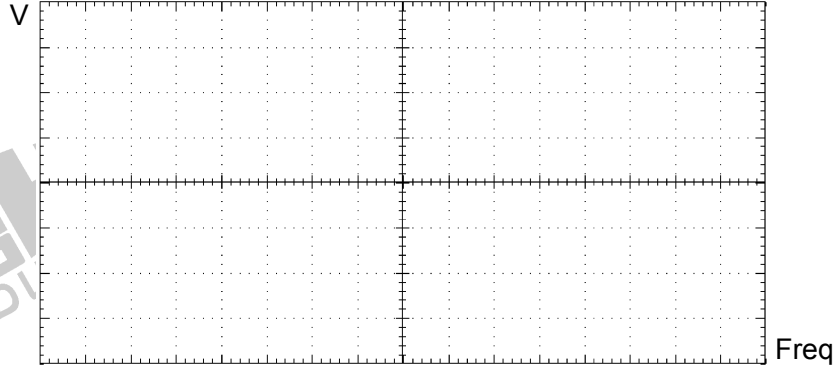
2. Gücü devreye uygulayınız.
3. Fonksiyon jeneratörünün frekans ve genlik kısımlarından gerekli ayarlamaları yaparak 1 Hz ve 1 Vpp değerinde sinyali uygulayarak CH1 kanalında izleyiniz.
4. LPF çıkışı CH2 kanalında izleyiniz. Genlik değerlerini tablo 1.4 e kayıt ediniz.
5. Giriş sinüs sinyalini değiştirmeden 3. ve 4. adımlarını Tablo 1.4 te verilen farklı frekanslar için tekrarlayınız.

Tablo 1.4 LPF'nin ölçülen çıkış genlik değerleri

Giriş Frekansı	1Hz	10Hz	50Hz	80Hz	100Hz	120Hz	150Hz	250Hz	500Hz
LPF Çıkışı (Vpp)									

6. Tablo 1.4 e kayıt ettiğiniz değerler bağlı olarak, LPF nin karakteristiğini Tablo 1.5 de oluşturunuz.

Tablo 1.5 LPF'nin karakteristik eğrisi



7. Cihazı kapatıp bağlantıları sökünüz.

D. Band Geçirmeyen Filtrenin (BRF) Ölçüm Karakteristiği

1. KL-75001 ECG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

KL-76001 Main Unit				KL-76001 Main Unit		
Section	Area	Terminal	To	Section	Area	Terminal
FUNCTION GENERATOR	--	OUTPUT	→	OUTPUT	SCOPE ADAPTOR	CH1
SCOPE ADAPTOR	--	CH1 (BNC)	→	CH1 input of the oscilloscope		
SCOPE ADAPTOR	--	CH2 (BNC)	→	CH2 input of the oscilloscope		

KL-76001 Main Unit				KL-75001 ECG Module	
Section	Area	Terminal	To	Block	Terminal
MODULE OUTPUT	--	9-Pin	→	--	J2
FUNCTION GENERATOR	--	OUTPUT	→	BRF	Input
FUNCTION GENERATOR	--	FG-GND	→	--	Ground (in the bottom right corner)
SCOPE ADAPTOR	--	CH2	→	BRF	Output (Vo1)

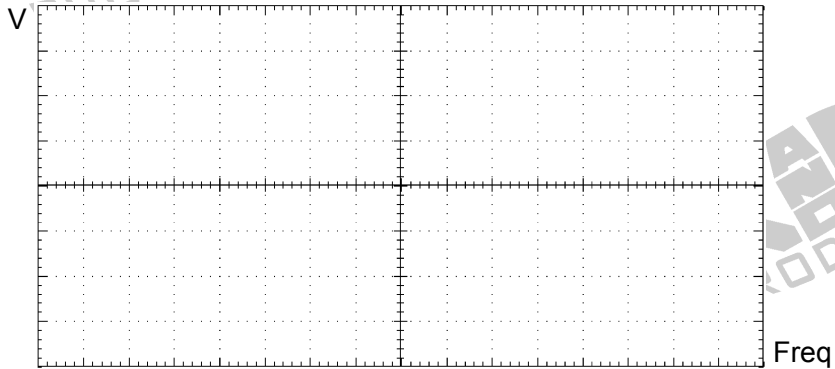
2. Köprüleme iletkenlerini 12 veya 13 e bağlayarak merkez frekansını 50 veya 60 Hz e ayarlayınız. (yerel frekans değerine balı olarak)
3. Gücü devreye uygulayınız.
4. Fonksiyon jeneratörünün frekans ve genlik kısımlarından gerekli ayarlamaları yaparak 5 Hz ve 1 Vpp değerinde sinyali uygulayarak CH1 kanalında izleyiniz.
5. BRF çıkışını CH2 kanalında izleyiniz. Genlik değerlerini tablo 1.6 e kayıt ediniz.
6. Giriş sinüs sinyalini değiştirmeden 4. ve 5. adımları Tablo 1.6 te verilen farklı frekans değerleri için tekrarlayınız.

Tablo 1.6 BRF'nin ölçülen çıkış genlik değerleri. ®

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

7. Tablo 1.6 ya kayıt ettiğiniz değerler bağlı olarak, BRF nin karakteristiğini Tablo 1.7 de oluşturunuz.

Tablo 1.7 BRF'nin karakteristik eğrisi



8. Cihazı kapatıp bağlantıları sökünüz.

E. ECG Simülatörü kullanılarak ECG Ölçümleri ®

1. KL-75001 ECG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

KL-76001 Main Unit				KL-76001 Main Unit		
Section	Area	Terminal	To	Section	Area	Terminal
SCOPE ADAPTOR	-	CH1	→	OUTPUT	ELECTRO-CARDIOGRAM	Vo1
SCOPE ADAPTOR	-	CH1 (BNC)	→	CH1 input of the oscilloscope		

KL-76001 Main Unit				KL-75001 ECG Module	
Section	Area	Terminal	To	Block	Terminal
MODULE OUTPUT	-	9-Pin	→	-	J2

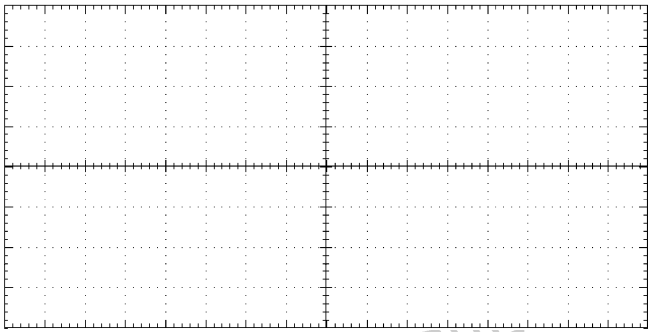
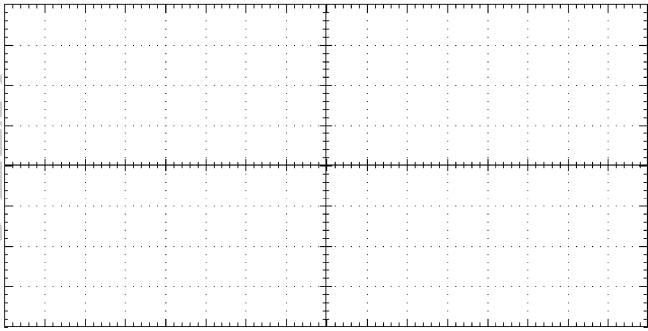
2. KL-75001 ECG modülü üzerinde, köprüleme iletkenlerini 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 yi(HPF kesim frekansı=1 Hz), 9, 10, 11 ve 12 veya 13 e bağlayınız. (yerel frekans değerine bağlı olarak 50 ya da 60 Hz)
3. Bağlantı uçları KL-79101 5 iletkenli bağlantısının diğer kısımlarını şu şekilde bağlayınız: RA-1, LA-2, LL-3 ve RL-5. KL-79101 5 iletkenli bağlantının modül kısmındaki ucunu KL-75001 ECG simülatörü üzerine bulunan kısma bağlayınız. ECG standart sinyal üretmeye başlayacaktır.

Normal Sinus Rhythm BPM60 AMPL ST0

4. Enerjiyi veriniz. KL-76001 ana ünitesi üzerinde bulunan SEÇİM butonu yardımıyla MODÜL:75001 (ECG) kısmını seçiniz.
5. Uç I konumunu değiştirerek MODE SEÇİMİNİ ayarlayınız. CH1 kanalında Tablo 1.8 de gösterilen Vo1 dalga şeklini kayıt ediniz.
6. Bu durumda VR1 Anfisinin en büyük bozulmamış çıkış genliğine ayarlandığından emin olunuz. (İşlem sırası B ile ilgili olarak)

7. MODE SEÇİM kısmını değiştirerek / Basamağı Uç II, Uç III, aV_R , aV_L ve aV_F için tekrarlayarak Tablo 1.8 i doldurunuz.
8. Köprülenmiş kısımları 5 ve 6 dan 7 ve 8 kısımlarına alınız. Bu değişiklik HPF kesim frekansını 1 Hz den 0.1 Hz e değiştirecektir.
9. 5 den 7 ye kadar olan adımları tekrarlayınız.
10. Gücü kapatınız. Bağlantıları sökünüz.

Tablo 1.8 ECG Simülatörü tarafından üretilen ECG sinyalinin ölçümü

HPF Kesim Frekansı	Ölçüm Ucu I Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

HPF Kesim Frekansı	Ölçüm Ucu II Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

HPF Kesim Frekansı	Ölçüm Ucu III Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

HPF Kesim Frekansı	aV _R Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

HPF Kesim Frekansı	aV _L Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

HPF Kesim Frekansı	aV _F Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

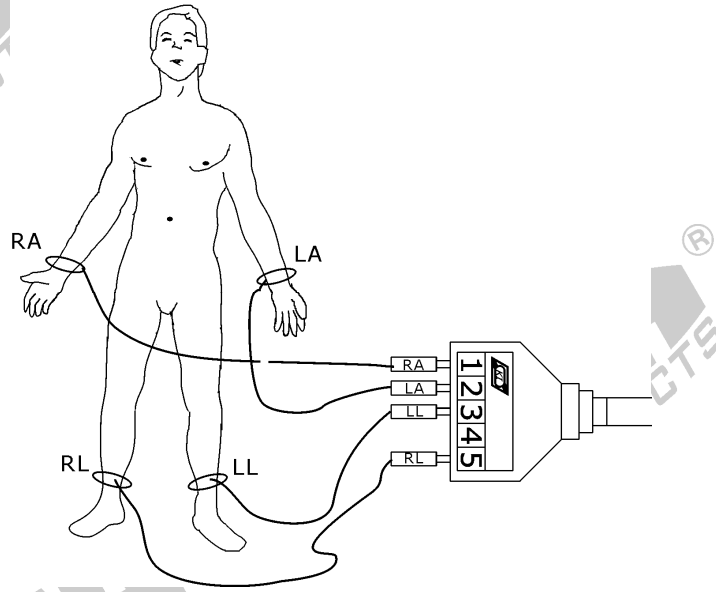
F. Osilaskop Kullanarak İnsan ECG Ölçümü

1. KL-75001 ECG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

KL-76001 Main Unit				KL-76001 Main Unit		
Section	Area	Terminal	To	Section	Area	Terminal
SCOPE ADAPTOR	–	CH1	→	OUTPUT	ELECTRO-CARDIOGRAM	Vo1
SCOPE ADAPTOR	–	CH1 (BNC)	→	CH1 input of the oscilloscope		

KL-76001 Main Unit				KL-75001 ECG Module	
Section	Area	Terminal	To	Block	Terminal
MODULE OUTPUT	–	9-Pin	→	–	J2

2. Köprüleme iletkenlerini 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 yi(HPF kesim frekansı=1Hz), 9, 10, 11 ve 12 veya 13 e bağlayınız. (yerel frekans değerine bağlı olarak 50 ya da 60 Hz)
3. Uç kısımlarını ıslatınız ve kolun ön kısmına ve bileklerin alt kısmına şekilde gösterildiği bağlayınız. Bağlantı noktalarının önceden alkol ile temizlenmesi oldukça önemlidir.



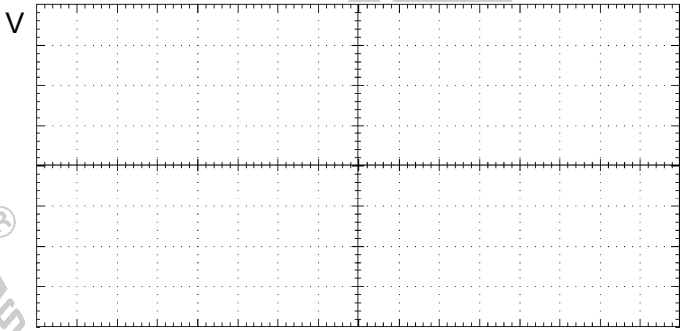
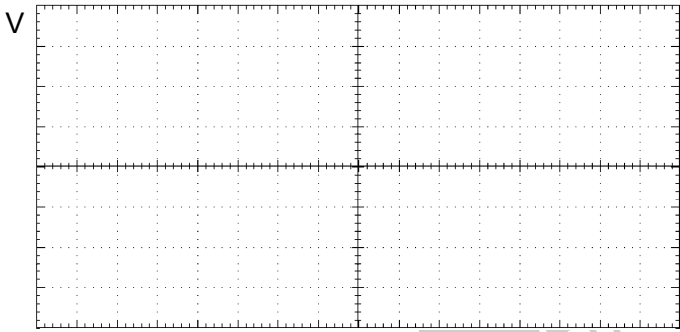
Şekil 1.14

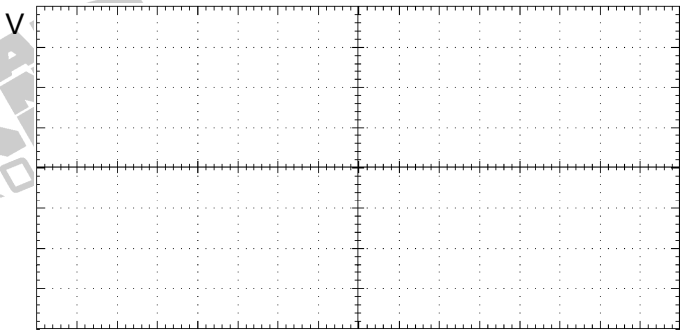
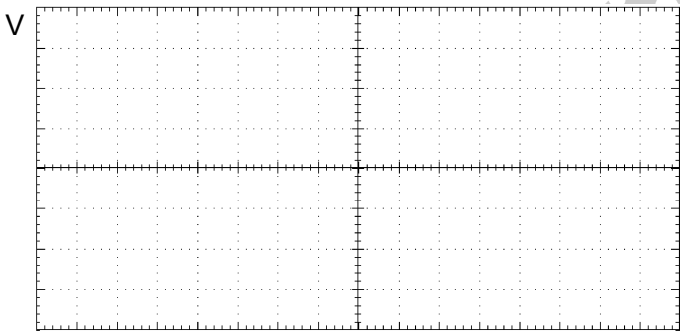
4. Bağlantı uçları KL-79101 5 iletkenli bağlantısının diğer kısımlarını şu şekilde bağlayınız: RA-1, LA-2, LL-3 ve RL-5. KL-79101 5 iletkenli bağlantının modül kısmındaki ucunu KL-75001 ECG simülatörü üzerine bulunan kısma bağlayınız. ECG standart sinyal üretmeye başlayacaktır.
5. Enerjiyi veriniz. KL-76001 ana ünitesi üzerinde bulunan SEÇİM butonu yardımıyla MODÜL:75001 (ECG) kısmını seçiniz.
6. Uç I konumunu değiştirerek MODE SEÇİMİNİ ayarlayınız. CH1 kanalında Tablo 1.9 da gösterilen Vo1 dalga şeklini kayıt ediniz.
7. Bu durumda VR1 Anfisinin en büyük bozulmamış çıkış genliğine ayarlandığından emin olunuz. (İşlem sırası B ile ilgili olarak)

8. MODE SEÇİM kısmını değiştirerek 6. Basamağı Uç II, Uç III, aV_R , aV_L ve aV_F için tekrarlayarak Tablo 1.9 i doldurunuz.
9. Köprülenmiş kısımları 5 ve 6 dan 7 ve 8 kısımlarına alınız. Bu değişiklik HPF kesim frekansını 1 Hz den 0.1 Hz e değiştirecektir.
- 10.6 dan 8 e kadar olan adımları tekrarlayınız.
11. Gücü kapatınız. Bağlantıları sökünüz.

Tablo 1.9 Ölçülen İnsan ECG sinyali

HPF Kesim Frekansı	Ölçüm Ucu I Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

HPF Kesim Frekansı	Ölçüm Ucu II Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

HPF Kesim Frekansı	Ölçüm Ucu III Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

HPF Kesim Frekansı	aV _R Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

HPF Kesim Frekansı	aV _L Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

HPF Kesim Frekansı	aV _F Dalga Şekli
1 Hz	
0.1 Hz	

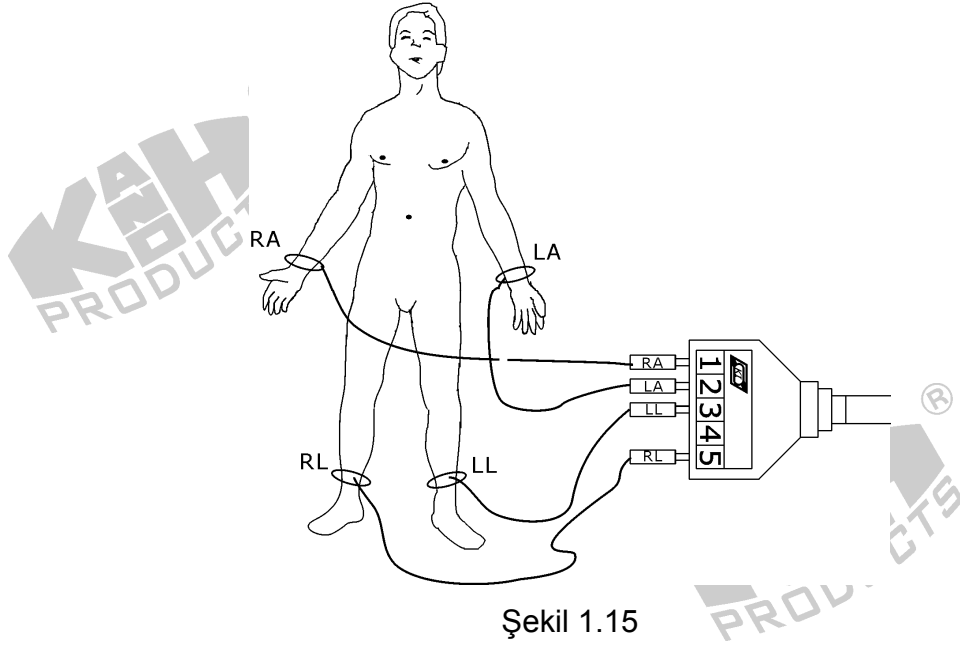
G. KL-730 Yazılımı Kullanarak İnsan ECG Ölçümü

1. KL-75001 ECG modülünü KL-76001 ana ünitesi üzerine yerleştiriniz. Daha sonra aşağıdaki bağlantıları gerçekleştiriniz.

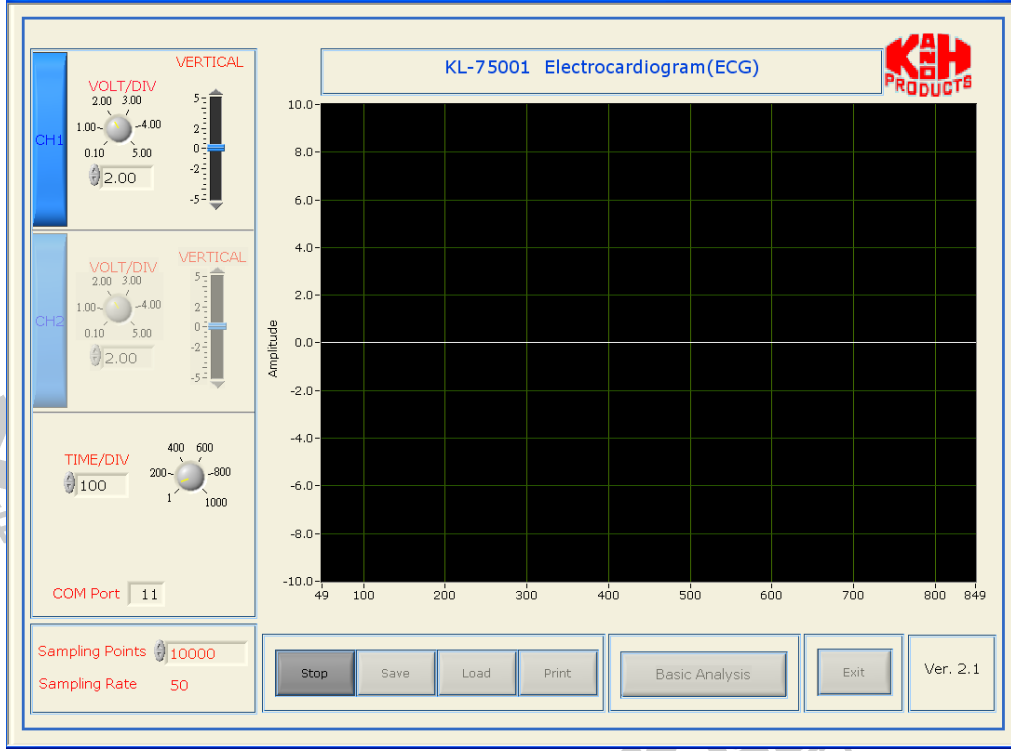
KL-76001 Main Unit			KL-75001 ECG Module		
Section	Area	Terminal	To	Block	Terminal
MODULE OUTPUT	--	9-Pin	→	--	J2

2. Köprüleme iletkenlerini 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 yi(HPF kesim frekansı=1 kHz), 9, 10, 11 ve 12 veya 13 e bağlayınız. (yerel frekans değerine bağlı olarak 50 ya da 60 Hz)

3. Uç kısımlarını ıslatınız ve kolun ön kısmına ve bileklerin alt kısmına şekilde gösterildiği bağlayınız. Bağlantı noktalarının önceden alkol ile temizlenmesi oldukça önemlidir.

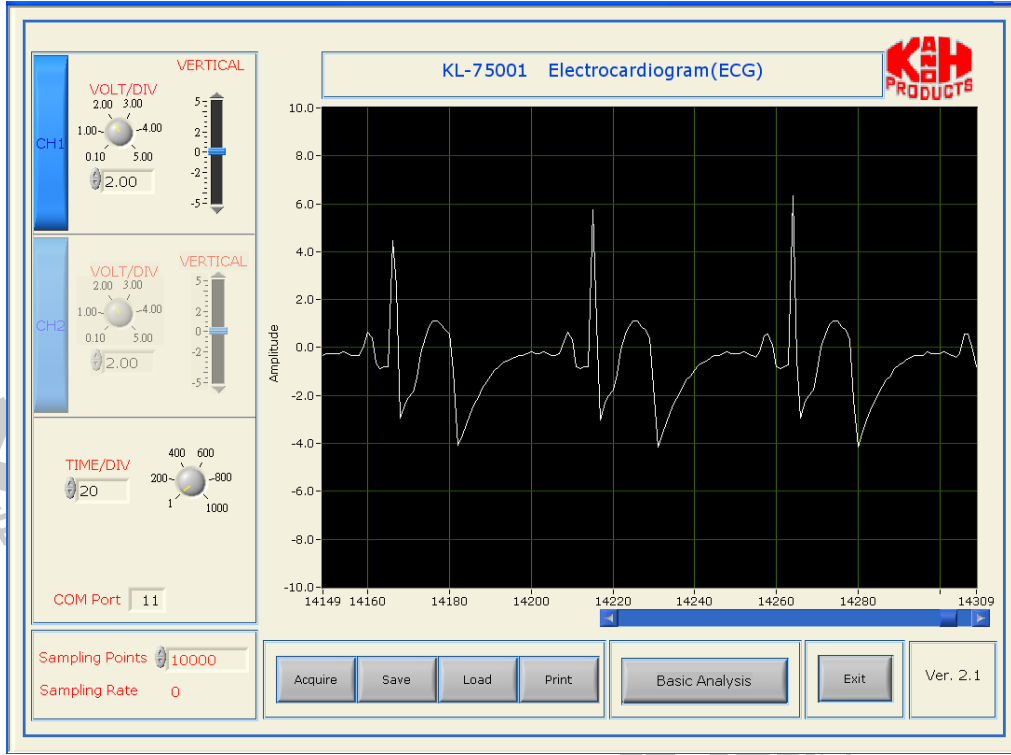


4. Bağlantı uçları KL-79101 5 iletkenli bağlantısının diğer kısımlarını şu şekilde bağlayınız: RA-1, LA-2, LL-3 ve RL-5. KL-79101 5 iletkenli bağlantının modül kısmındaki ucunu KL-75001 ECG simülatörü üzerine bulunan kısma bağlayınız. ECG standart sinyal üretmeye başlayacaktır.
5. **KL-76001 ana ünitesi üzerindeki USB portu bilgisayara USB kablo üzerinden bağlayınız.**
6. Enerjiyi veriniz. KL-76001 ana ünitesi üzeri'nde bulunan SEÇİM butonu yardımıyla MODÜL:75001 (ECG) kısmını seçiniz.
7. MODE seçim anahtarını Uç I kısmına ayarlayınız.
8. Bilgisayarı çalıştırınız.
9. KL-730 programı başlatınız. Aşağıda görülen pencere oluşacaktır.



Şekil 1.16

10.Acquire butonuna basınız. Aşağıdaki şekilde gösterilen KL-75001 ekranında ölçülen dalga şekli USB portu yardımıyla aktarılmaya başlanacaktır.



Şekil 1.17

Not: Eğer “COM PORT arıza” mesajı görüntüleniyorsa bağlantıyı ve COM PORT ayarlarının doğru gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğini kontrol ediniz.

11. VOLT/DIV ve TIME/DIV ayar düğmesini kullanarak, sinyali doğru şekilde okuyabilirsiniz.
12. Lead 1 sinyalini kayıt ediniz.
13. MODE SEÇİM kısmını değiştirerek 10 ve 12. Basamağı Uç II, Uç III, aV_R , aV_L ve aV_F sinyalleri için tekrarlayınız.
14. Köprülenmiş kısımları 5 ve 6 dan 7 ve 8 kısımlarına alınız. Bu değişiklik HPF kesim frekansını 1 Hz den 0.1 Hz e değiştirecektir.
15. 10 dan 13 e kadar adımları tekrarlayınız.
16. KL-730 Biyomedikal Ölçüm Sisteminden çıkınız. Sistemi kapatıp, bütün bağlantıları sökünüz.