

به نام خدا



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

اصول مهندسی پزشکی

دکتر فرزانه شایق

تکلیف دوم

مینا احمدیان نجف آبادی

۹۸۱۶۸۱۳

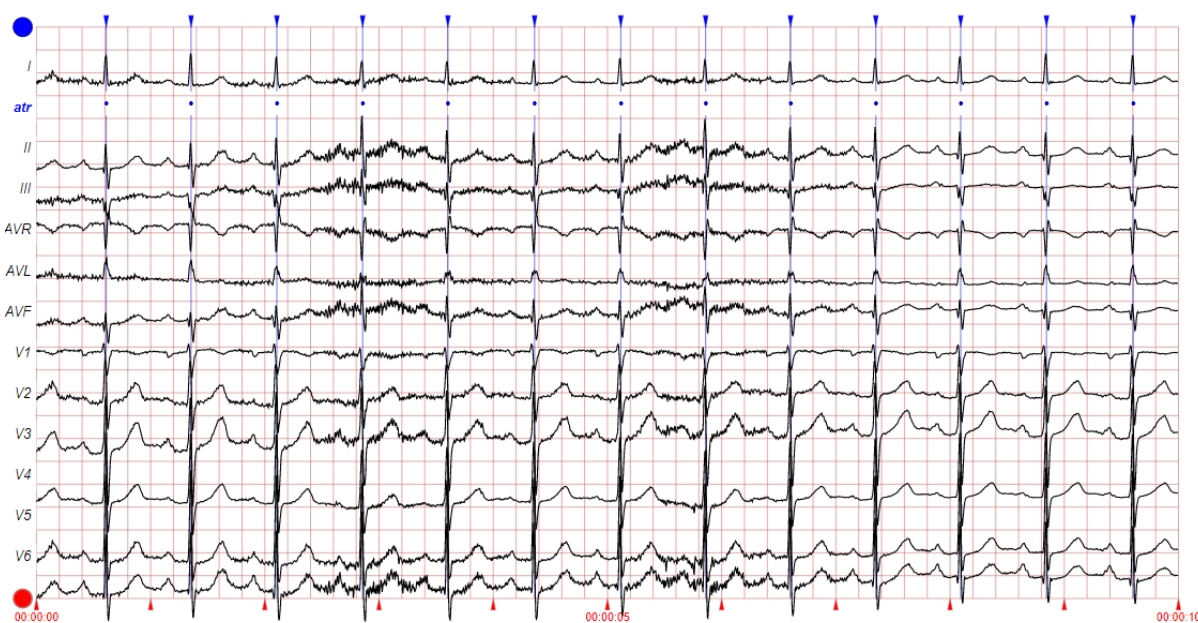
بهار ۱۴۰۲

۱. الف: سیگنال شش لید ECG را بسازید (لید III و لیدهای augmented) و در در یک figure رسم نمایید. برای فرد بیمار نتایج خود را با سیگنالهای اصلی داده شده مقایسه نمایید.

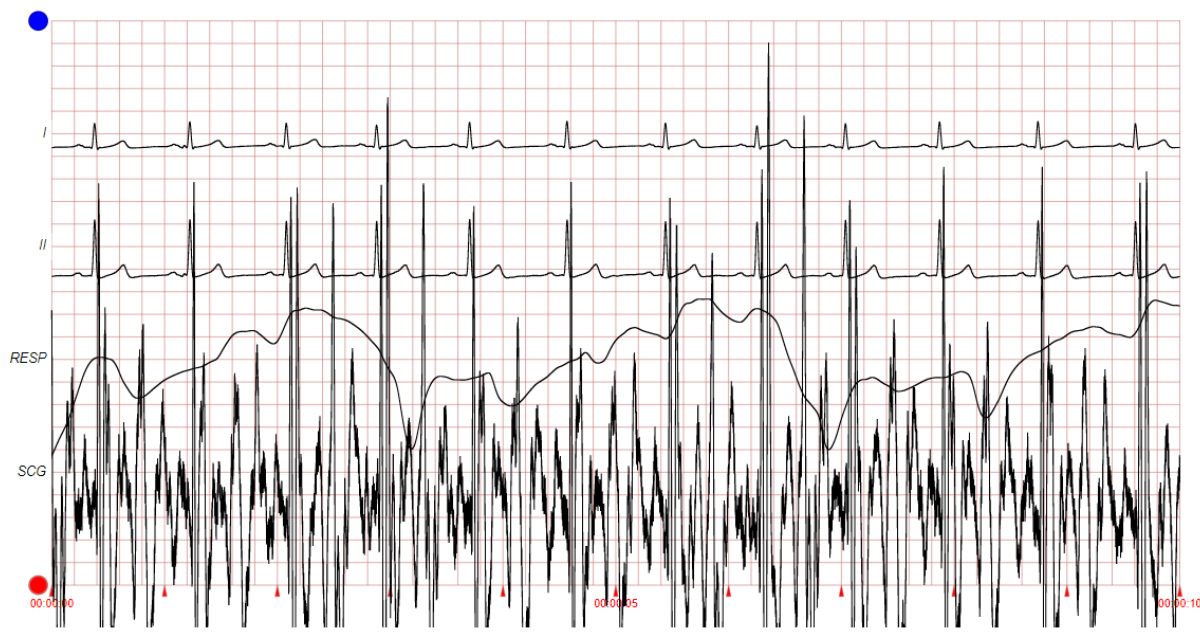
داده های پایگاه مربوط به افراد بیمار، از ۷۵ رکورد تشکیل شده که هر رکورد ۳۰ دقیقه طول می کشد و شامل ۱۲ لید استاندارد است که هر کدام با فرکانس ۲۵۷ هرتز نمونه برداری شده است. سوابق اولیه از بیماران تحت آزمایش بیماری عروق کرونر جمع آوری شده که شامل ۱۷ مرد و ۱۵ زن، ۸۰-۱۸ ساله، میانگین سنی ۵۸ سال است. هیچ یک از بیماران پیس میکر نداشتند و بیشتر آنها ضربان نابجای بطنی داشتند. در انتخاب سوابق برای گنجاندن در پایگاه داده، اولویت به افراد دارای ECG سازگار با ایسکمی، بیماری عروق کرونر، ناهنجاری های هدایت و آریتمی داده شده است.

داده های پایگاه مربوط به افراد سالم، مربوط به ۲۰ داوطلب فرضی سالم است که در طول اندازه گیری، از آنها خواسته شده تا در وضعیت خوابیده به پشت روی یک تخت معمولی راحت و بیدار باشند. پس از اتصال حسگرها، وضعیت پایه سوژه ها را با اندازه گیری در مدت ۵ دقیقه ثبت شده پس از آن افراد در مدت تقریباً ۵۰ دقیقه شروع به گوش دادن به موسیقی کلاسیک کردند. در آخر، ۵ دقیقه دیگر پس از پایان موسیقی همه سوژه ها را زیر نظر گرفته شده اند. کانال های ۱ و ۲ سیستم برای اندازه گیری ECG معمولی (به ترتیب لیدهای I و II) با پهنای باند بین ۰.۰۵ هرتز و ۱۵۰ هرتز، کانال ۳ برای اندازه گیری سیگنال تنفسی مورد استفاده قرار گرفته است که هر کانال با فرکانس ۵ کیلوهرتز نمونه برداری شده است.

برای انجام این تمرین، دو سیگنال ECG برای یک فرد بیمار و یک فرد سالم مورد بررسی قرار گرفته است.

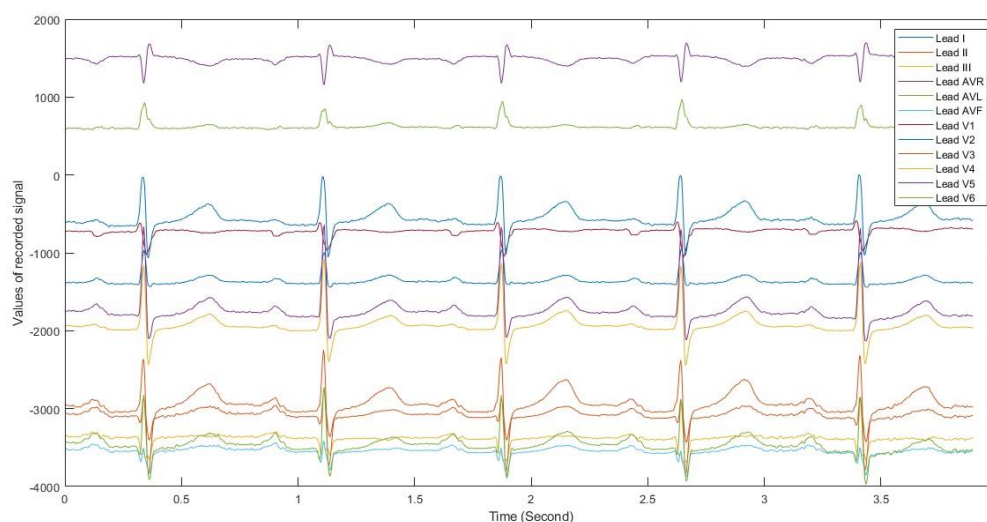


بررسی سیگنال لیدهای I و II در فرد بیمار نشان می‌دهد که بازه‌های زمانی بین قسمت‌های اصلی موج PQRST حالت نرمال ندارد و قلب فرد خیلی سریع دپلاریزه و رپلاریزه می‌شود. همین باعث افزایش ضربان قلب در این فرد بزرگسال در سن ۶۶ سالگی شده است.

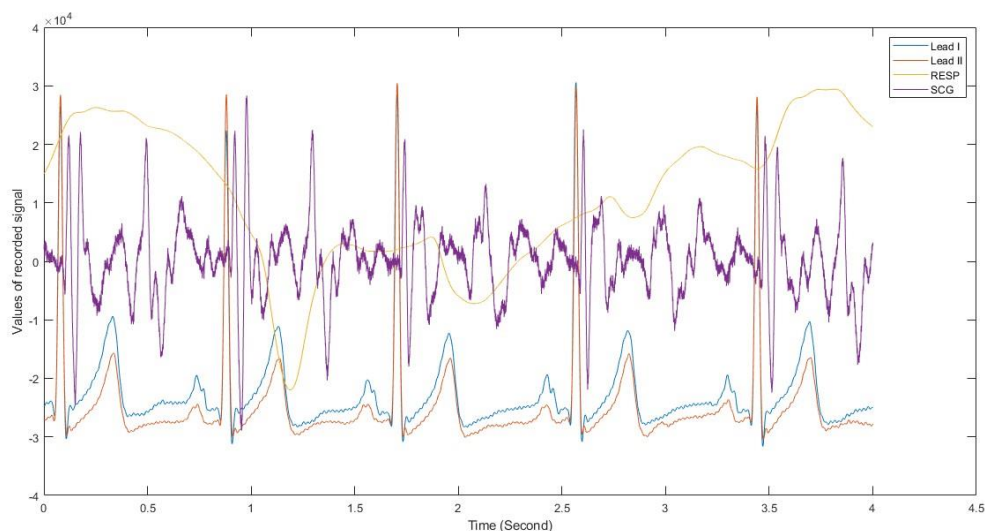


سیگنال لیدهای I و II در فرد سالم بسیار نزدیک به فرم اصلی موج PQRST است. یعنی بازه‌های زمانی بین بخش‌های شکل موج، دامنه آنها و سرعت تغییرات کاملاً طبیعی است که این بر سالم بودن فرد مورد بررسی گواهی می‌دهد.

شکل سیگنال ECG ۱۲ لید دیتای داده شده برای فرد بیمار در مدت زمان ۴ ثانیه رسم شده است:

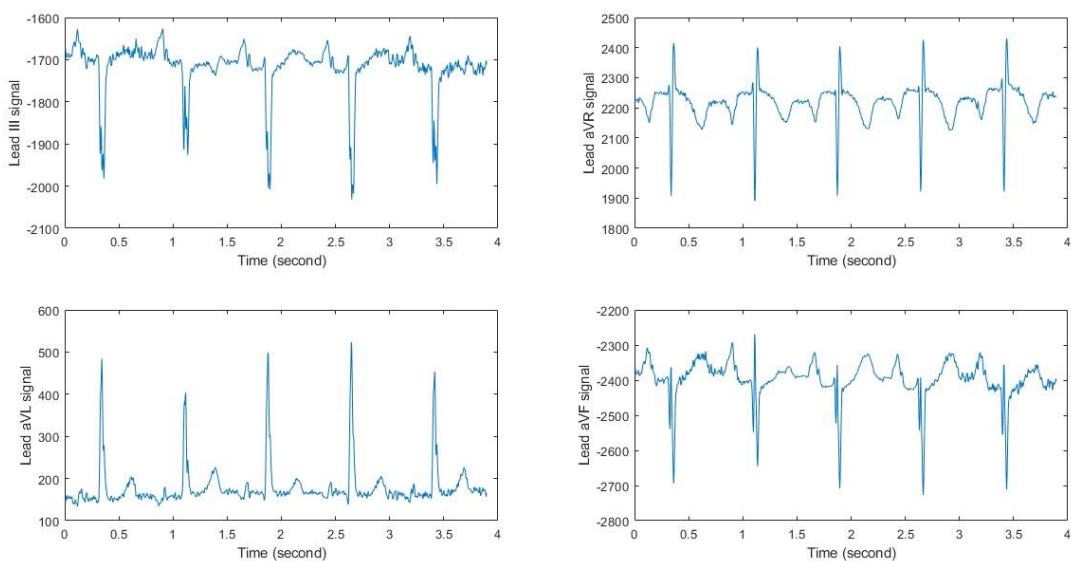


شکل سیگنال ECG ۱۲ لید دیتای داده شده برای فرد سالم در مدت زمان ۴ ثانیه رسم شده است:

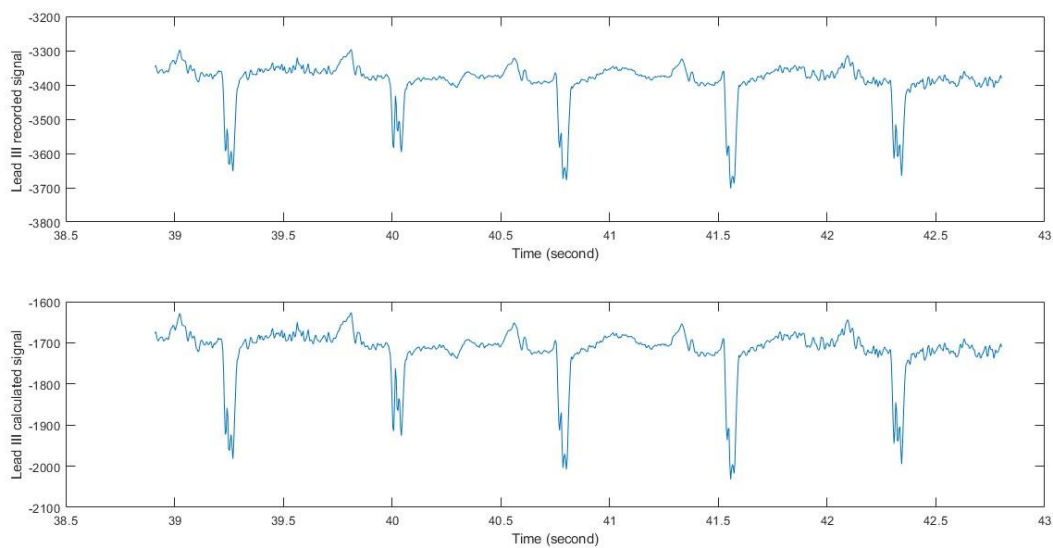


سیگنال لید III و لیدهای augmented با استفاده از روابطی که بین آنها برقرار است، رسم شده‌اند.

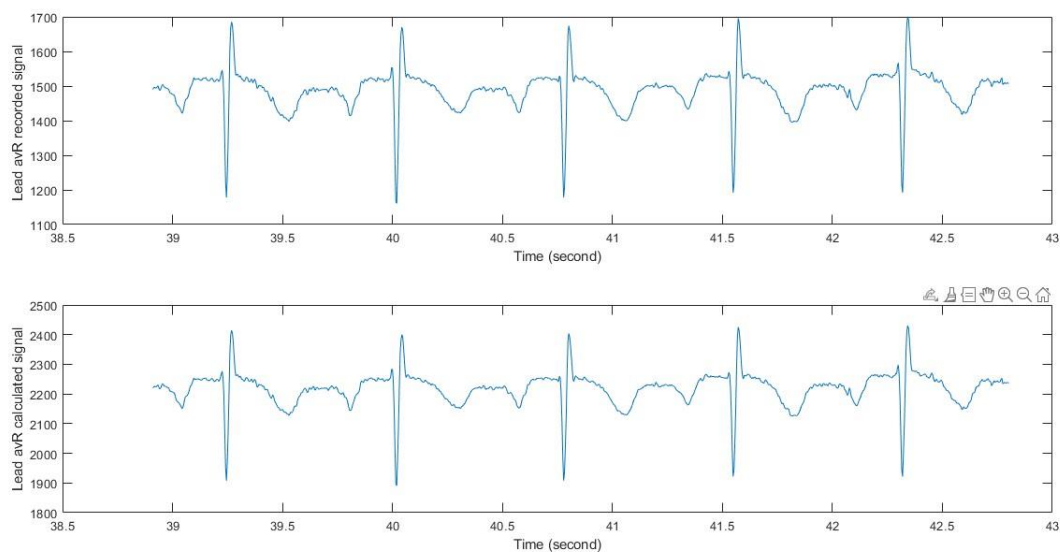
سیگنال ECG لید III و لیدهای augmented به دست آمده فرد بیمار در مدت ۴ ثانیه به صورت زیر است:



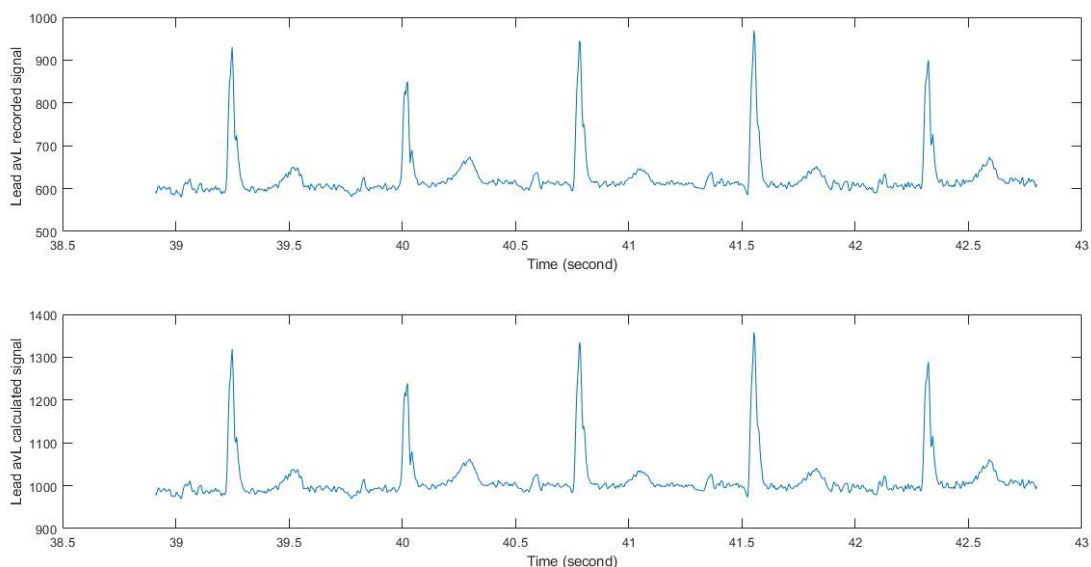
مقایسه سیگنال ECG لید III در دو حالت ثبت شده و محاسبه شده برای فرد بیمار در مدت ۴ ثانیه به صورت زیر است:



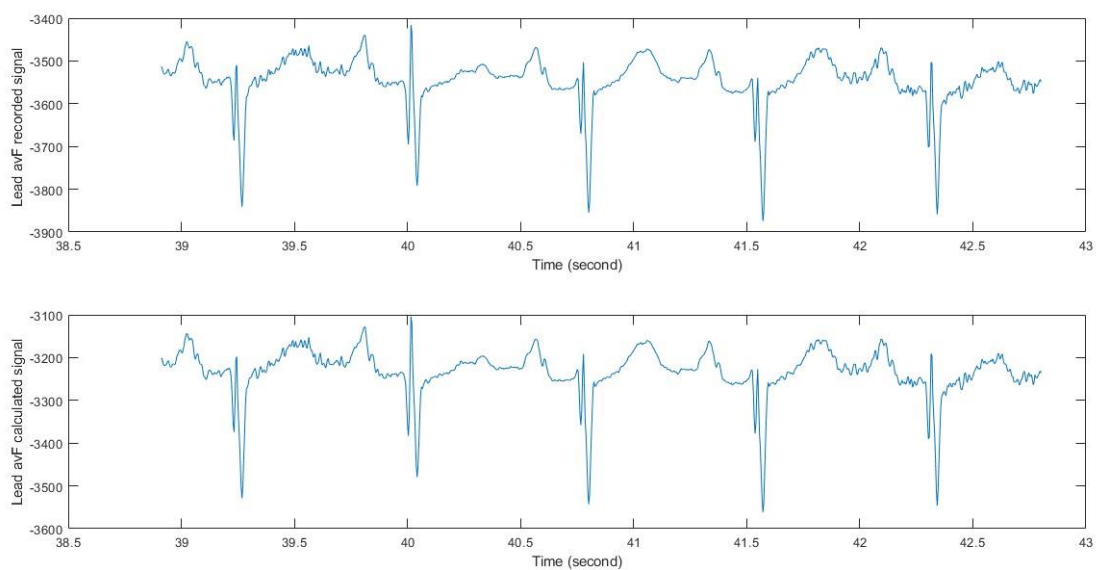
مقایسه سیگنال ECG لید aVR در دو حالت ثبت شده و محاسبه شده برای فرد بیمار در مدت ۴ ثانیه به صورت زیر است:



مقایسه سیگنال ECG لید aVL در دو حالت ثبت شده و محاسبه شده برای فرد بیمار در مدت ۴ ثانیه به صورت زیر است:



مقایسه سیگنال ECG لید aVF در دو حالت ثبت شده و محاسبه شده برای فرد بیمار در مدت ۴ ثانیه به صورت زیر است:



نتیجه بررسی نشان می دهد که سیگنال لیدهای III و augmented محاسبه شده از روابط، نزدیک به سیگنال های ضبط شده اصلی از دیتابیس است که فقط در دامنه متفاوت هستند. همین اختلاف در دامنه نشان می دهد که فرد دچار بیماری است.

۱. ب: برنامه ای بنویسید که نرخ ضربان قلب را استخراج نماید.

```
I = -0.001*I;

n=0;
flag=0;
threshold = 0.966 * max(I);

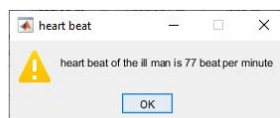
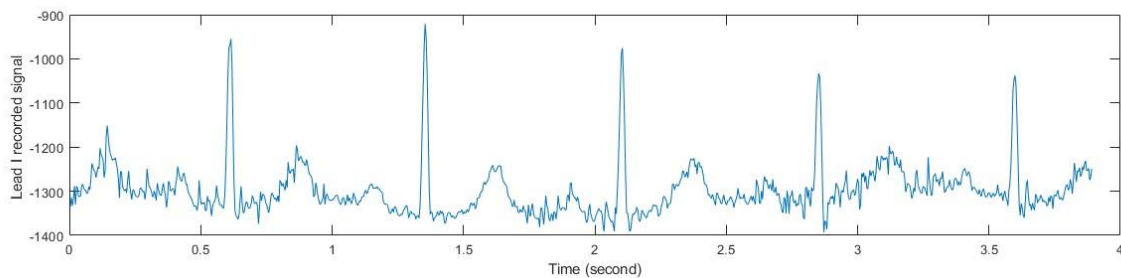
for i = 1 : numel(I)
    if(I(i) >= threshold)
        n = n + 1;
    end
end

num_R = (numel(I))/(Fs_ill*n);
period = 60; % 1 minute is 60 seconds

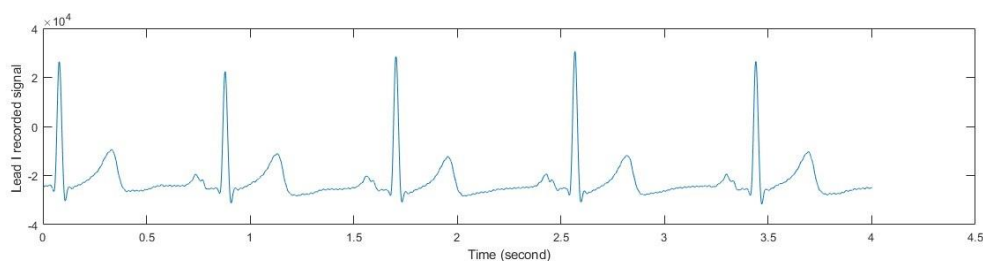
heart_beat = period / (num_R);
str=sprintf('heart beat of the healthy man beats %2.0f per minute\n',heart_beat);
msgbox({str}, 'heart beat', "warn");

figure,
timeAxis = Window/Fs_ill; % Convert sample number to time vector
subplot(2,1,1);
plot(timeAxis,I);
xlabel('Time (second)')
ylabel('Lead I recorded signal ')
```

سیگنال لید I فرد بیمار و تعداد ضربان قلب آن در یک دقیقه برابر با ۷۷ است؛ که مشاهده می شود ضربان قلب فرد بیمار بیشتر از حد مورد نظر است.



سیگنال لید I فرد سالم و تعداد ضربان قلب آن در یک دقیقه برابر با ۶۰ است؛ که مشاهده می شود ضربان قلب فرد سالم مناسب است.



۱. ج: VCG مربوط به یک سیکل ضربان قلب را رسم نمایید و آن را برای فرد سالم و بیمار مقایسه کنید.

برای رسم VCG مربوط به یک سیکل ضربان قلب باید نمونه های سیگنال لیدهای I و II و III را در هر ثانیه جدا کنیم و با توجه به جهت گیری آنها، تصویر هر یک را روی محورهای X و Y رسم کنیم تا تصویر دو بعدی مربوط به VCG ساخته شود.

```
% VCG
I = 0.001*I;
II = 0.001*II;
III = 0.001*III;
%
N = 80;
x=zeros(1,floor(numel(I)/N));
y=x;

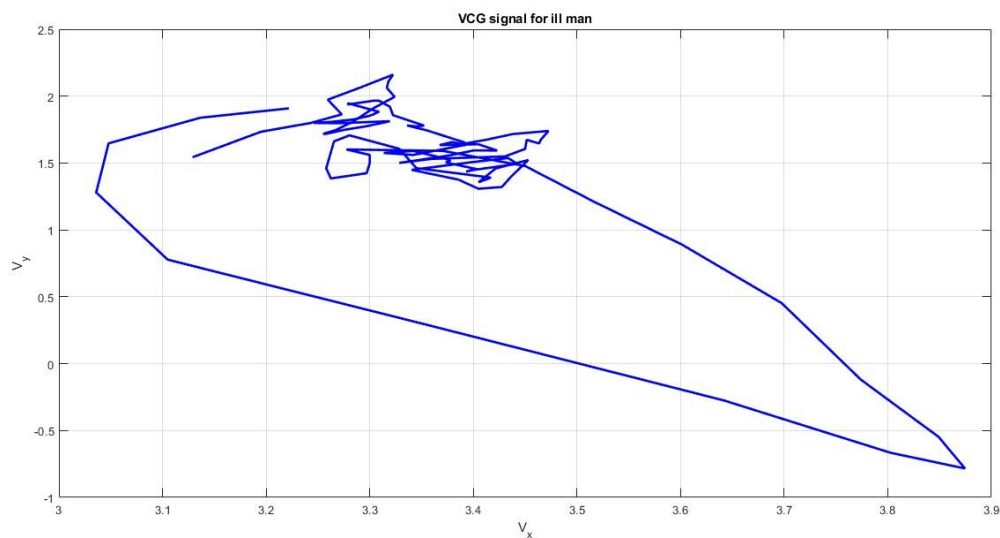
for i=100:floor(numel(I)/N)+100

    x(i)=I(i)+cosd(300)*II(i)+cosd(240)*III(i);
    y(i)=sind(300)*II(i)+sind(240)*III(i);

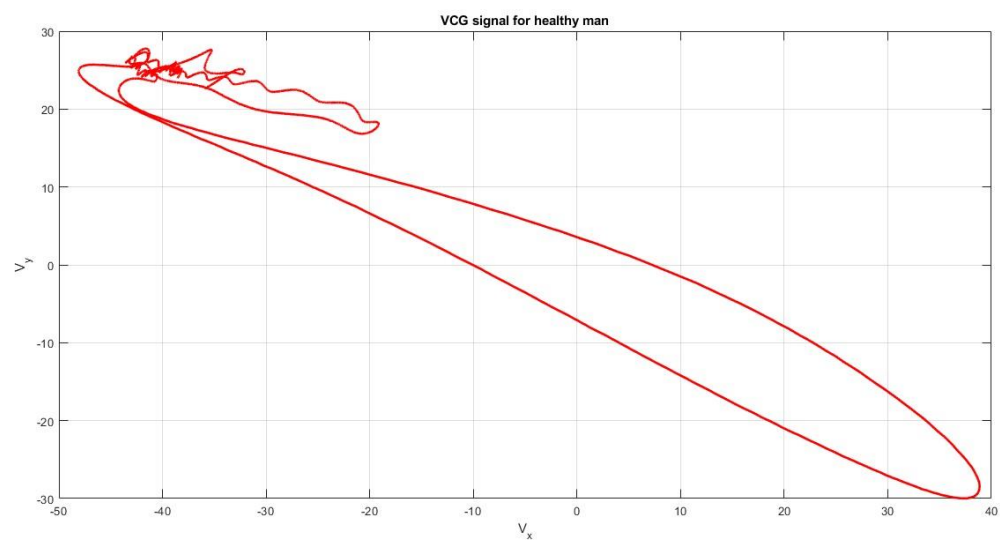
end

figure;
plot(x(1,100:200),y(1,100:200),'b','LineWidth',2)
grid on
xlabel('V_x')
ylabel('V_y')
title('VCG signal for ill man');
```


VCG مربوط به یک سیکل ضربان قلب فرد بیمار به صورت زیر است:



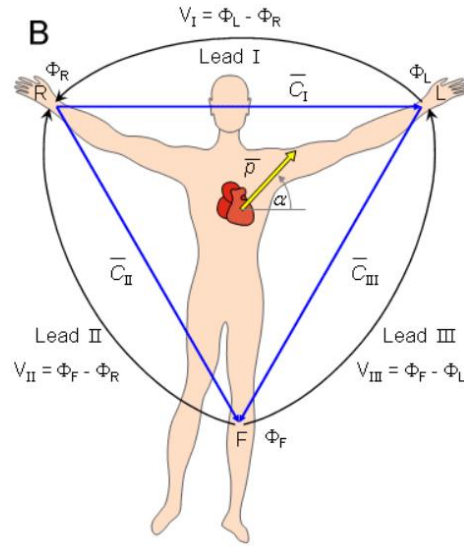
VCG مربوط به یک سیکل ضربان قلب فرد سالم به صورت زیر است:



شکل ۲۱: VCG دوبعدی مربوط به یک سیکل ضربان قلب فرد سالم

مشاهده می شود که VCG مربوط به فرد بیمار در بخش مربوط به تخلیه شدن خون در دهلیز و خالی شدن خون در بطن دچار اشکال است. یعنی به طور کلی بخش های مختلف قلب به درستی ریپلاریزه نمی شوند.

۲. رابطه مربوط به ولتاژ لیدهای ۱ تا ۳ را اثبات کنید.



با توجه به روابط در شکل بالا داریم:

$$\cos(\alpha) = \frac{I}{P} \rightarrow V_I = P \cos(\alpha)$$

$$V_{II} = V_I \angle 60^\circ = P \cos(\alpha + 60^\circ)$$

$$= P \cos \alpha \times P \cos(60^\circ) - P \sin \alpha \times P \sin(60^\circ)$$

$$= \frac{P \cos \alpha}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} P \sin \alpha$$

$$= 0.5P_y - 0.87P_z$$

$$V_{III} = V_I \angle 120^\circ = P \cos(\alpha + 120^\circ)$$

$$= P \cos \alpha \times P \cos(120^\circ) - P \sin \alpha \times P \sin(120^\circ)$$

$$= -\frac{P \cos \alpha}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} P \sin \alpha$$

$$= -0.5P_y - 0.87P_z$$

$$V_I + V_{III} = P \cos(\alpha) - \frac{P \cos \alpha}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} P \sin \alpha$$

$$= \frac{P \cos \alpha}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} P \sin \alpha = V_{II}$$