

Design of a Low Cost Electrocardiograph with Applications in Web Telemedicine

Diseño de un Electrocardiógrafo de Bajo Costo con Aplicación en Telemedicina

Laboratory of Intermediate Physics
College of Sciences
National University of Engineering

ABSTRACT

This paper presents the design and implementation of a low cost electrocardiograph connected to the Internet for heart signal acquisition and transmission for remote monitoring. The paper details the design considerations to be taken into account when using operational amplifiers in amplifying and filtering in order to minimize noise effects. Filtered signals are digitalized and transmitted via web to be remotely monitored by specialized personnel located far from the patient and in real time. Experimental results show that obtained heart signals are clear and noise free, as well as the Internet based transmission system performs well without signal distortion or significant delays so that the signal monitoring can be done in real time.

aplicativo web los podría ver un doctor en Lima o cualquier otro punto con acceso a la Internet.

OBJETIVOS

El problema es la obtención de la señal biológica eléctrica producida por el corazón y, el tratamiento que se le debe dar por medio de algunos circuitos para que sea una señal bastante confiable.

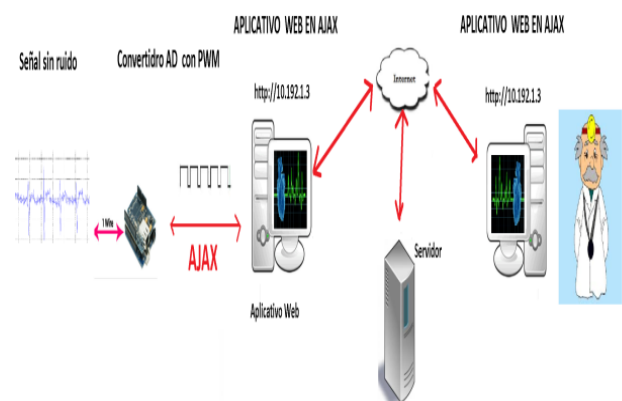
El principal objetivo será diseñar un sistema que nos permita obtener la señal cardiaca con la menor interferencia y ruido posible, para que sea una réplica confiable de la señal del corazón, además de desarrollar un software de captación de señal cardiaca para futuras implementaciones.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares matan a más personas cada año que cualquier otra enfermedad. En 2013, por ejemplo, 7.2 millones de personas murieron por enfermedades coronarias y 5.7 millones por ataques apopléticos u otra forma de enfermedad cerebrovascular.

PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

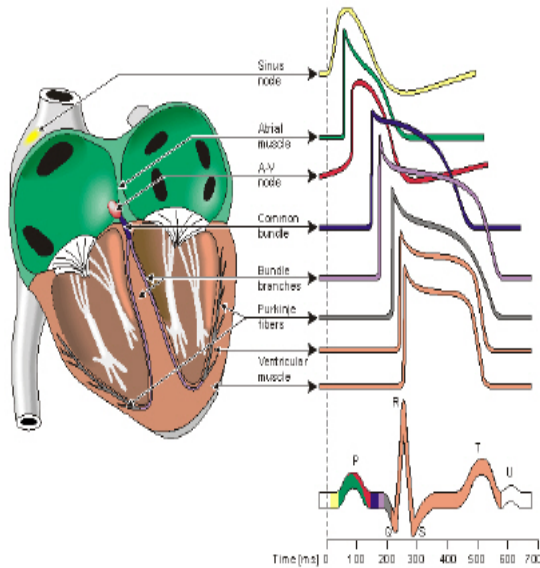
Sabemos que no todas las personas que sufren de enfermedades cardiacas cuentan con los suficientes recursos para costear un chequeo trimestral o semestral. Con la implementación de este proyecto, podremos brindar una práctica y barata solución, así como a la escases de profesional calificado en zonas donde no exista centro médico alguno, ya que podríamos estar monitoreándonos cada momento, y esos datos recepcionados mediante una PC por un



DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

El Electrocardiograma ECG, nos muestra las señales cardiacas de una persona. Estas presentan distintas inflexiones que corresponden a parámetros de información del estímulo eléctrico del corazón, los cuales brindan mucha

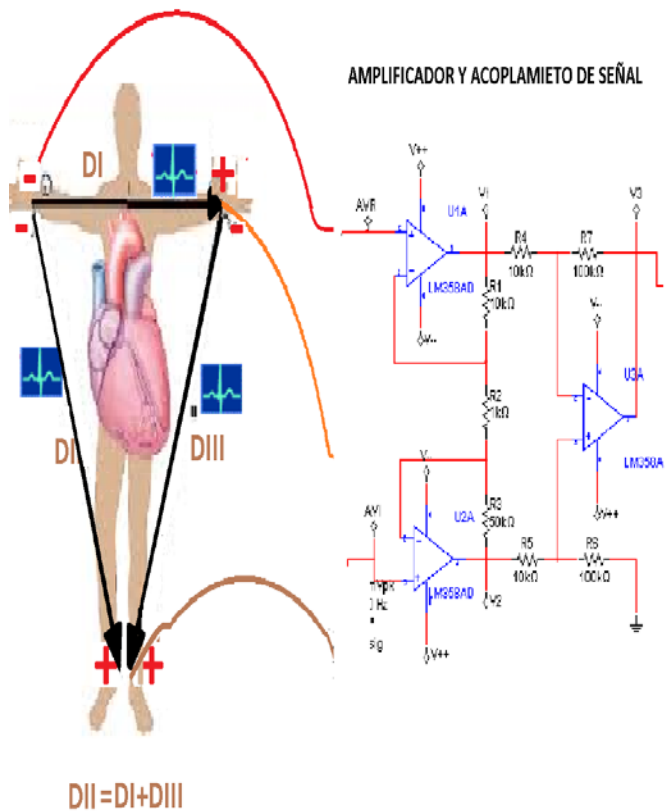
información del estado de salud cardiaca del paciente al médico. El estímulo, es originado por el nodo sinusal, llegando hasta los ventrículos a través del SEC (Sistema Específico de Conducción). Éste está compuesto por el nodo sinusal, las vías de conducción internodal e interauricular, el nodo auriculoventricular (AV), el haz de His, las dos ramas del haz de His junto a sus divisiones y sus respectivas células de Purkinje. En el momento en el que el estímulo llega a dichas células es cuando se produce el acoplamiento de excitación-contracción.



ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL CARDIACA

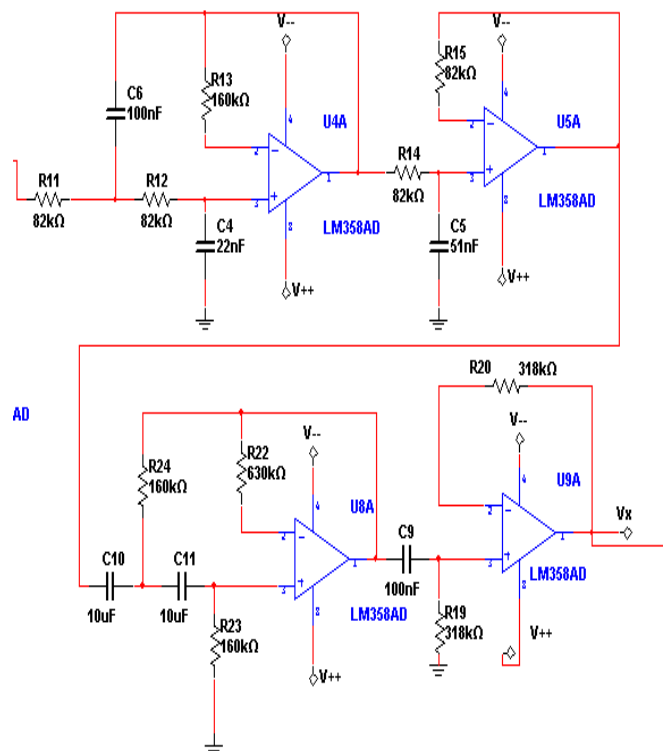
1.-AMPLIFICADOR-ACONDICIONADOR

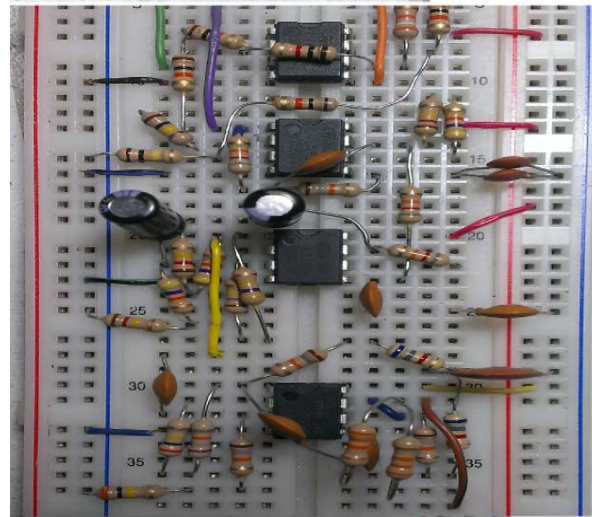
Nos ayuda a acoplar, amplificar y evitar pérdidas de señales ya que la resistencia del cuerpo humano es muy grande.



2.-FILTRO PASA BANDA 4Hz A 76Hz

Este filtro nos ayudará a eliminar señales espurias que no corresponden y, a la vez distorsionan la señal cardiaca.

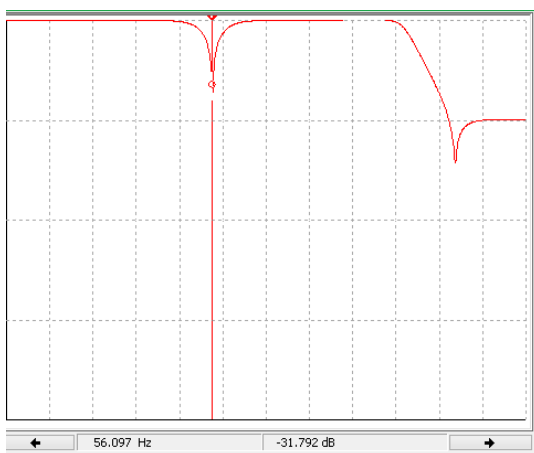
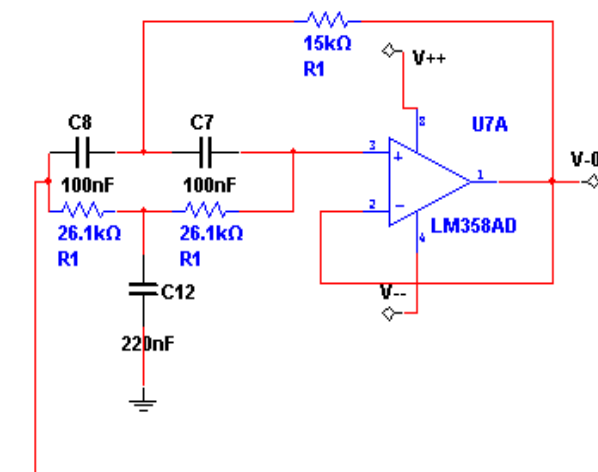




Circuito armado en protoboard, acondicionamiento de señal ECG

3.-FILTRO NOTCH

Este es un filtro muy conocido, es un elimina banda y elimina la frecuencia de 60 Hz de las instalaciones eléctricas presentes en todo hogar.



TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL ECG ACONDICIONADA

La señal obtenida después del filtro notch es una señal muy parecida a la teórica. Esta señal será insertada como señal analógica a la tarjeta Arduino para que esta pueda digitalizar la señal. Esta tarjeta posee una resolución de 10bits y un rango de 0 a 1024.

1.-PROGRAMA HECHO EN ARDUINO PARA DIGITALIZAR LA SEÑAL ANALÓGICA.

```

void setup(){
Serial.begin(9600);
}
void loop(){
//La variable local valorLeido recibe la lectura de A0
int valorLeido=analogRead(A0);
//Con el comando map adaptamos el valor de valorLeido de
//un rango de (0,1023) a un rango de (0,255);
//int valorEnviado=map(valorLeido,0,1023,0,);
//Enviamos el valor de valorEnviado por el puerto serie como byte
Serial.print('\n');
//Serial.print(valorEnviado);
Serial.print(valorLeido);
//Un pequeño delay para estabilizar los valores leídos y enviados.
//delay(0);
}

```

2.-PROGRAMA EN PROCESSING PARA GRAFICAR LAS SEÑALES ECG.

```

import processing.serial.*;
PImage img;

Serial myPort; // El puerto serie
int xPos = 1; // posición horizontal del gráfico

void setup () {
// establece el tamaño de la ventana:
size(1174,338);

// lista los puertos serie disponibles
println(Serial.list());
// Sé que el primer puerto serie de la lista en mi mac
// es siempre mi Arduino, así que abro Serial.list()[0].
// Abre el puerto que estás usando.
myPort = new Serial(this, Serial.list()[0],9600);
// no genera un serialEvent() a menos que reciba un caracter de
myPort.bufferUntil('\n');
// Establece el fondo inicial:
img = loadImage("img_ecg.jpg");
background(img);
}
void draw () {

}

void serialEvent (Serial myPort) {

void serialEvent (Serial myPort) {
String inString = myPort.readStringUntil('\n');
if (inString != null) {
// elimina cualquier espacio en blanco:
//inString = trim(inString);
// convierte a entero y mapea al alto de la pantalla:
inString = trim(inString);
float inByte = float(inString);
inByte = map(inByte, 0, 1023, 0, height+300);
stroke(204,102,0);
//el cuadrado es de 58pixeles
line(0,200,58,200);
// traza la línea:
strokeWeight(3);
stroke(255,0,0);
//point(xPos,height-inByte+100);
float trazaX =xPos;
float trazaY=height-inByte+100;
line(xPos,height-inByte+100,trazaX,trazaY);
// en el borde de la pantalla, vuelve al principio:
if (xPos >= width) {
xPos = 0;
background(img);
} else {
// incrementa la posición horizontal:
xPos++;
}}}

```

RESULTADOS

Los resultados son favorables. En la siguiente figura se muestra la señal amplificada y acoplada, sin filtro.



En la siguiente figura se muestra la señal con filtro.



CONCLUSIONES

- Notamos que si se quiere una señal más nítida es necesario utilizar operacionales de instrumentación.
- Realizar el circuito en protoboard tampoco es buena idea ya que ayuda a las interferencias a meterse dentro de nuestro circuito.
- Implementar el circuito con resistencias de precisión también ayudaría al filtrado para nuestro caso solo utilizamos las resistencias comunes de $\frac{1}{4}$ W con tolerancia de $\pm 5\%$.
- Ayudaría mucho para una futura implementación aumentar la cantidad de electrodos ya que hay ciertas ondas que con 3 electrodos no podemos graficar.
- Es preciso calibrar la velocidad de muestreo del software y que la señal se mueva a 25mm/s ya que es el estándar para un equipo de electrocardiografía, para nuestro caso no se llegó a la calibración.
- Se recomienda limpiar la zona corporal en donde serán colocados los electrodos, esto para evitar errores de medición.

BIBLIOGRAFÍA

Telemedicina (En línea)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Telemedicina>

Electrocardiograma (En línea)

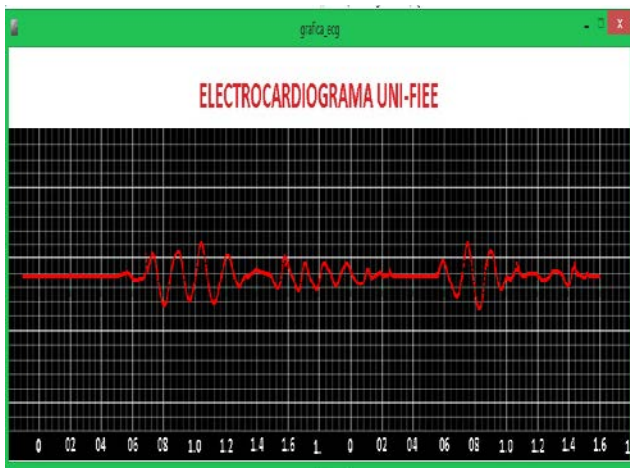
<http://es.wikipedia.org/wiki/Electrocardiograma>

Enfermedades cardiovasculares (En línea)

http://www-tc.pbs.org/americanfamily/pdf/cardio_esp.pdf

Desarrollo del componente hardware de un dispositivo de tele-monitoreo inalámbrico de eventos cardiacos (En línea)

<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/viewFile/3289/1771>



Gráfica de una señal analógica en el código Processing