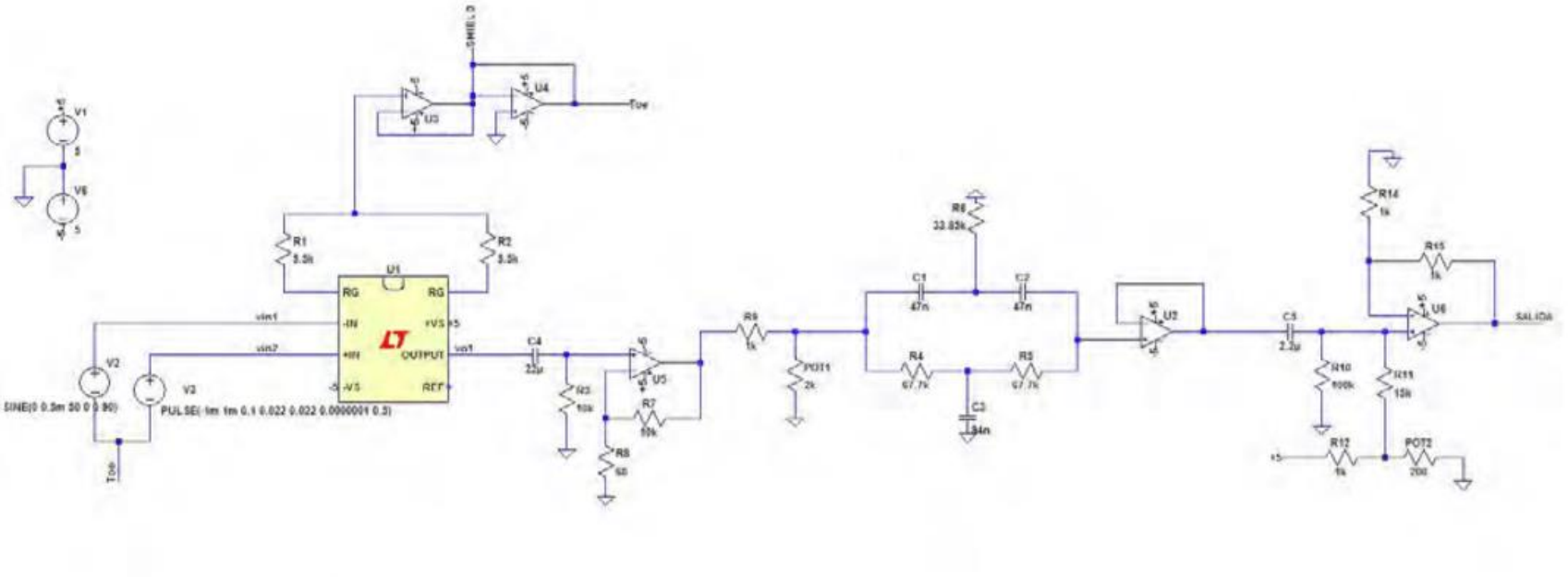
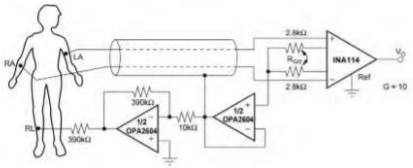
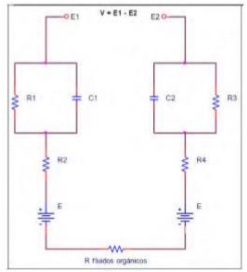


Obtención de la señal ECG:



Circuito equivalente electrodo



Esquema del INAP

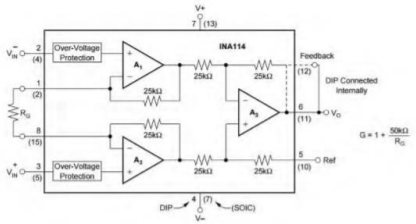


Figura 2.14: Diagrama interior del AI INA114AP

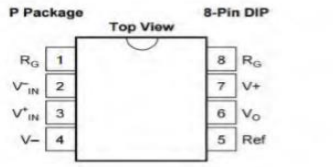
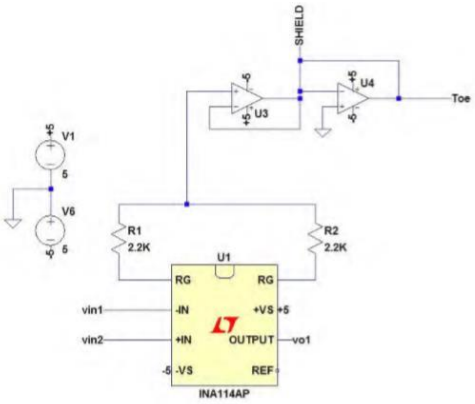


Figura 2.15: Patillaje del INA114AP

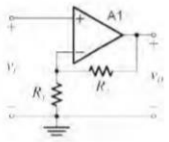
Circuito final obtención de la señales



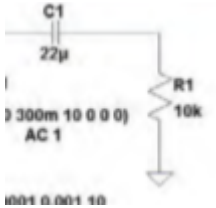
En las entradas del AI se colocan los electrodos derecho e izquierdo y el circuito de la pierna derecha se ha conectado a tierra virtual y a la protección del cable usado (SHIELD). Se ha conectado al circuito mediante un seguidor de tensión.

2.5.1. Amplificación

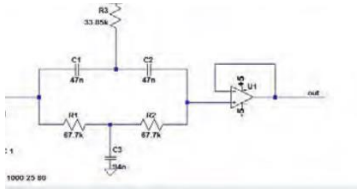
Amplificación: La amplificación se ha realizado con un montaje de un am Opam usado ha sido el circuito TL084



Filtrado paso alto(eliminar ruido continua por debajo 1 Hz) :



Filtro ranura para eleminar frecuencia 50 Hz



Filtro antialiasing:

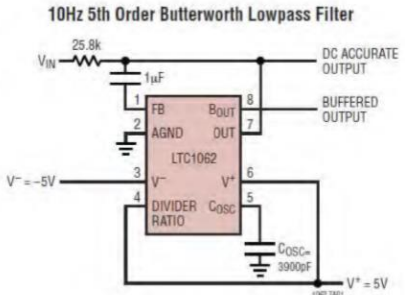


Figura 2.39: Configuración del integrado LTC 1062, para filtro de quinto orden con frecuencia corte 10 Hz

La resistencia de 25.8 kΩ se ha cambiado por un potenciómetro.

Si el pin 5 se deja flotante, un condensador interno de 33 pF más la capacidad del condensador entre el pin 1 y 7 fija la frecuencia de oscilación de un reloj interno en 140 Khz.

Podemos calcular la frecuencia de corte del filtro con esta fórmula proporcionada por el fabricante:

$$\frac{1}{2\pi RC} = \frac{f_c}{1,62}$$

$$f_c = \frac{1,62}{2\pi RC}$$

$$R = \frac{1,62}{2\pi f_c C} \simeq 2,15k\Omega$$

$$R_{puesta} \simeq 2,33k\Omega$$

SUMADOR USADO:

También se ha colocado un sumador para elevar la señal con una tensión de continua, ya que el conversor A/D del microcontrolador, no puede adquirir señales negativas. Para ello, polarizamos la señal con una componente de continua antes de hacer la conversión con este circuito.

Realmente en la señal, antes de sumarle el offset de continua, en ocasiones, aparecía cierta oscilación en torno a 1Hz debido, probablemente, al ruido muscular. Se colocó por ello otro filtro paso alto igual que el anterior antes de este sumador y al colocarlo se observó que desapareció esa oscilación. Se hizo un análisis de este circuito y se pudo ver

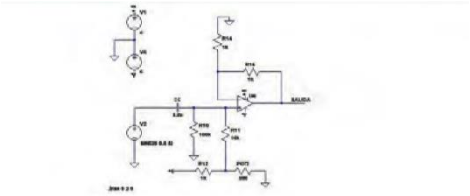
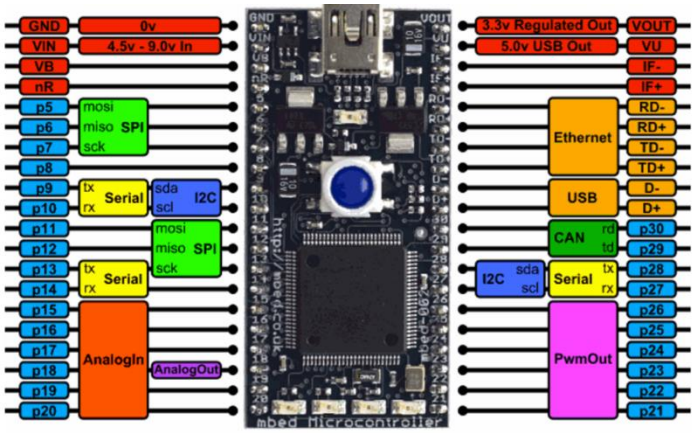


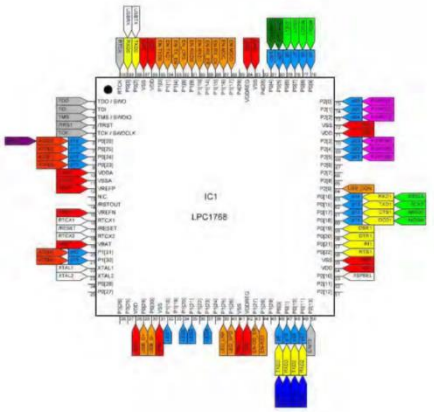
Figura 2.45: Sumador de offset usado

Microcontrolador

- **µc LPC1768 es el micro usado**

- **Con su tarjeta de desarrollo**





- **Pala principal utilidad del µc que se ha usado ha sido, el conversor analogico digital.-> Filtro antialiasing**

Para desarrollar nuestro proyecto, la principal utilidad del μc que se ha usado ha sido, el conversor analógico digital.

Un microcontrolador realiza el muestreo de la señal analógica y la digitaliza, es decir, la convierte en una serie de bits. Para convertir la señal en bits usa el ADC. Antes de realizar este proceso, la señal debe estar limitada en frecuencia, para ello se usa el filtro antialiasing[2].

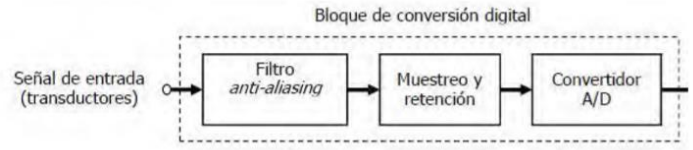


Figura 3.3: Conversión digital

-Fundamento para pasar de analógico a digital:

$$\left(b_1 \cdot 2^{-1} + b_2 \cdot 2^{-2} + \cdots + b_N \cdot 2^{-N}\right) V_{ref} = V_{in} \pm \frac{V_{LSB}}{2} \longrightarrow \text{convertidor unipolar}$$

$$-\left(b_1 \cdot 2^{-1} + b_2 \cdot 2^{-2} + \cdots + b_N \cdot 2^{-N}\right) V_{ref} = V_{in} \pm \frac{V_{LSB}}{2} \longrightarrow \text{convertidor bipolar}$$

Figura 3.5: Fórmula para convertir señal analógica en digital

El conversor es de 12 bits y es un conversor de aproximaciones sucesivas.

El rango de amplitud de conversión debe entrar entre el voltaje de referencia negativo (V_{REFN}) y el voltaje de referencia positivo (V_{REFP}), usualmente está entre 0 y 3.3 voltios. No debemos exceder del voltaje de alimentación en esta entrada.

En el entorno de programación debemos saber que, cuando se usa el conversor, nos da una señal normalizada entre 0 y 1, con un tipo float (coma flotante).

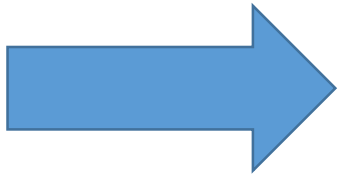
En nuestro caso podemos saber que al tener 12 bits:

La mínima variación de voltaje es:

$$\left(0 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + ... + 1 \cdot 2^{-12}\right) V_{ref} = V_{LSB}; V_{ref} = 3,3 voltios$$

$$V_{LSB} = \frac{3,3}{2^{12}} = 8 \cdot 210^{-4} voltios$$

El voltaje V_{lsb} es de $8 \cdot 210^{-4}$



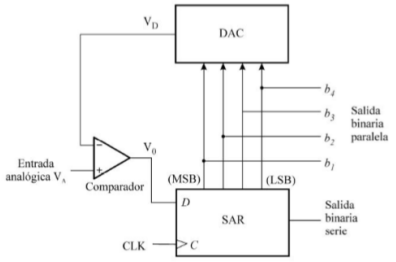


Figura 3.6: Conversor de aproximaciones sucesivas

OBSERVACIONES:

En un principio la idea era realizar la captación de la señal eléctrica del corazón mediante un AI , convertirla a una señal digital y transmitirla mediante RS-232 al ordenador para poder representarla.

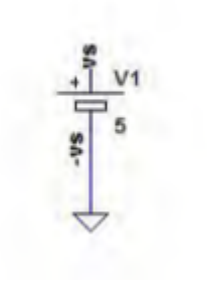
Los únicos materiales que se poseían era una tarjeta de sonido, protoboards , cables, el AI INA114AP , Amplificadores Operacionales (Amp Op) ó, en inglés Operational Amplifiers (Op amps) TL084, una fuente de alimentación simétrica casera , soldador y monedas de 5 Cnts.

Las monedas se usaron como electrodos para colocar sobre el cuerpo con un cable soldado como podemos apreciar en la figura 4.1.

Los coeficientes del filtro digital se obtuvieron con Matlab y se implementó el filtro digital en un microcontrolador de la plataforma Mbed LPC1768.figura 4.6.

Como todo se implementó en un portátil se pudo observar que, cuando el portátil estaba enchufado a la red eléctrica el ruido era demasiado grande, cuando se desenchufaba mejoraba considerablemente, pero aún incluso así, el ruido era elevado.

Se optó entonces por usar un filtro analógico y esto mejoró la visualización de la señal.





Se pensó también en el uso de conversores DC DC que con una fuente de alimentación simple se podía obtener una alimentación simétrica. Al final se usaron dos pilas recargables de 9 voltios como las mostradas en la Figura 4.9.

Circuito Final:

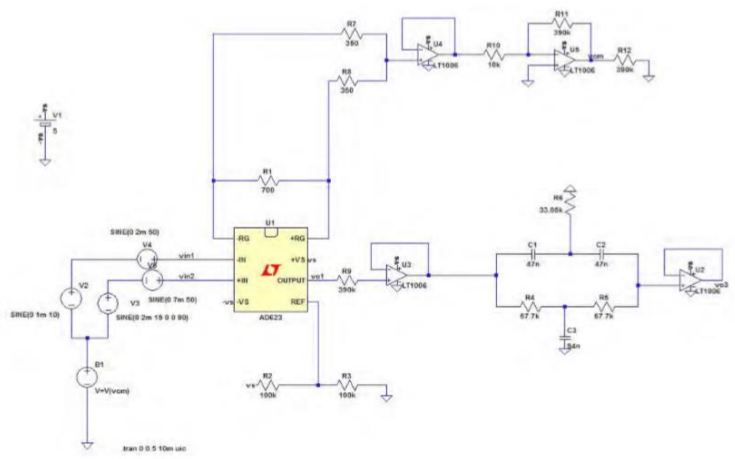
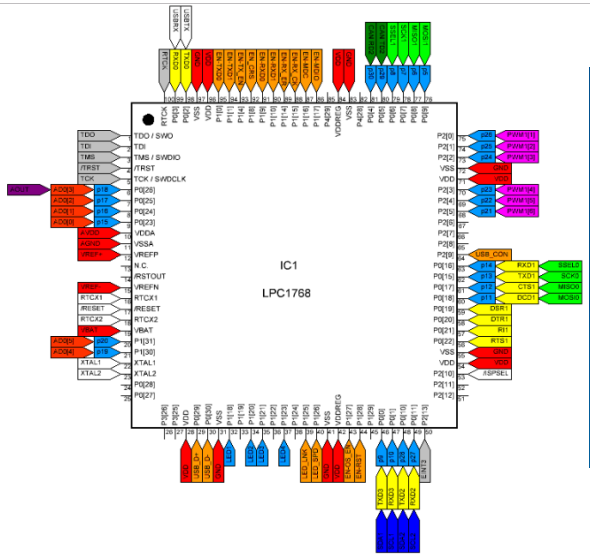
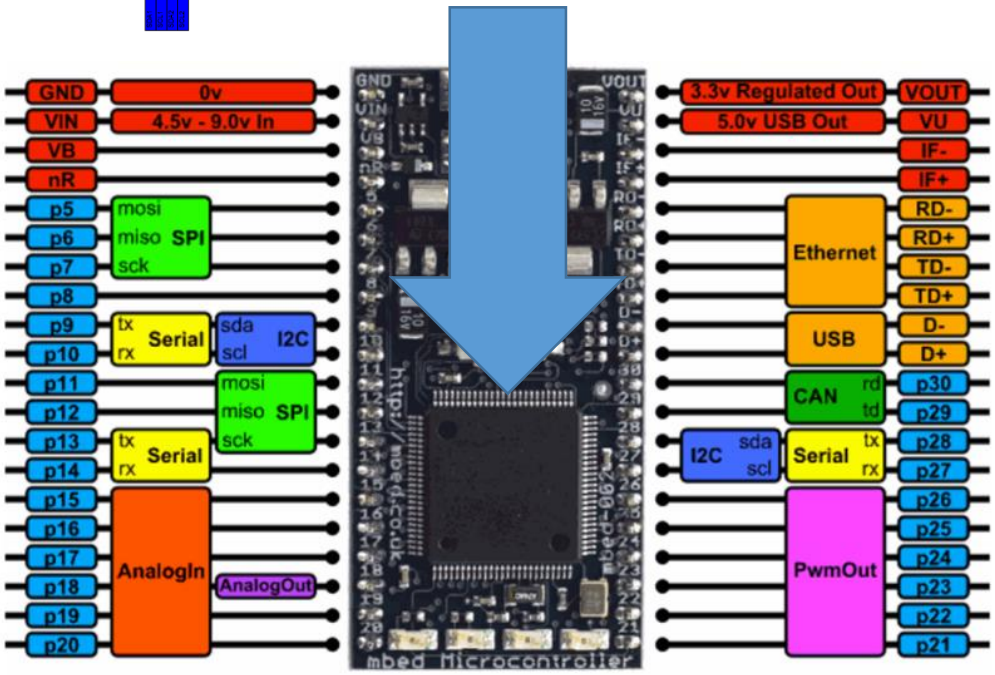


Figura 4.8: Circuito empleado para la captación ECG con alimentación simple.








72
Todo Ok