

Práctica 3

Adquisición y procesamiento de señales de flujo y presión ventilatoria

1. Objetivos

1. Familiarizarse con el uso de transductores de presión diferenciales.
2. Diseñar e implementar un circuito electrónico para el acondicionamiento de una señal de presión diferencial.
3. Implementar utilizando el circuito electrónico, un sistema para adquirir señales de flujo aéreo mediante un neumotacógrafo.
4. Hallar una serie de parámetros de interés de la mecánica ventilatoria.

2. Introducción

La espirometría es un estudio no invasivo del flujo de aire pulmonar. Este procedimiento se utiliza con frecuencia para evaluar la función pulmonar en las personas con enfermedades pulmonares obstructivas o restrictivas (por ejemplo, el asma). Existen dos tipos de espirometría, la espirometría simple o lenta y la espirometría forzada. Se realizarán ambos procedimientos y se calcularán diferentes parámetros de interés en cada uno. En la Figura 1 se muestran los principales parámetros de interés en mecánica ventilatoria:

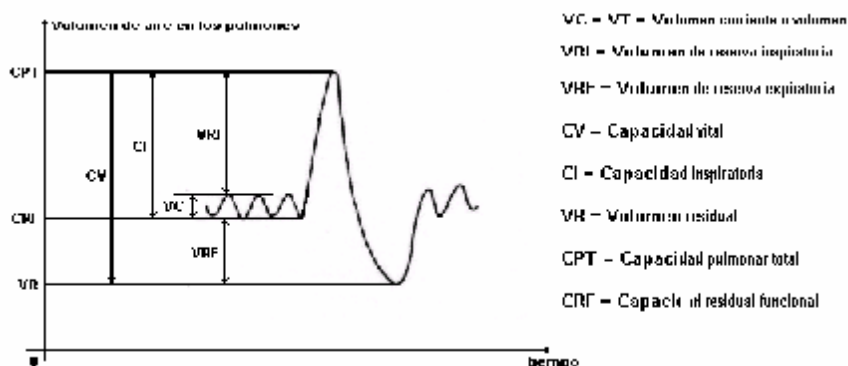


Fig. 1 - Parámetros de interés de la mecánica ventilatoria

3. Material necesario para la práctica

Componentes a traer:

- Ū Cables
- Ū Resistencias y potenciómetros (se recomiendan multivoltas para ajustar mejor el span)
- Ū Operacionales
- Ū Reguladores (En particular de 8 V para alimentar el transductor)
- Ū Unidad de almacenamiento para los datos adquiridos
- Ū Protoboard

Se utilizará el transductor *PX138-0.3D5V* de *Omega Engineering*, disponible en el NIB. La hoja de datos se encuentra disponible en la página web del curso.

4. Procedimiento

I. Diseño e implementación del circuito de pre-procesamiento analógico

Se recomienda utilizar la topología del circuito de la figura 2, sugerida en la hoja de datos del transductor de presión. Se podrá presentar alternativas al circuito que serán evaluadas por los docentes el día de la práctica.

- El rango de presiones en que se utilizará el transductor de presión es de alrededor de 10 cm H₂O en inspiración y alrededor de 1 cm en expiración, verifíquelo el día de la práctica utilizando el neumotacógrafo y la columna de H₂O. ¿Es esto consistente con el rango de presiones en el que opera el transductor propuesto?
- De acuerdo con las hojas de datos suministradas: ¿Cuáles serán los valores de tensión de salida del transductor para los rangos anteriormente nombrados?
- Dimensionar los componentes del circuito, teniendo en cuenta que el rango de funcionamiento de la tarjeta adquisidora es de -5 V a +5 V.
- ¿Qué comentario merece el ancho de banda de la señal a adquirir? ¿Cómo es tenido en cuenta a la hora de dimensionar el circuito?

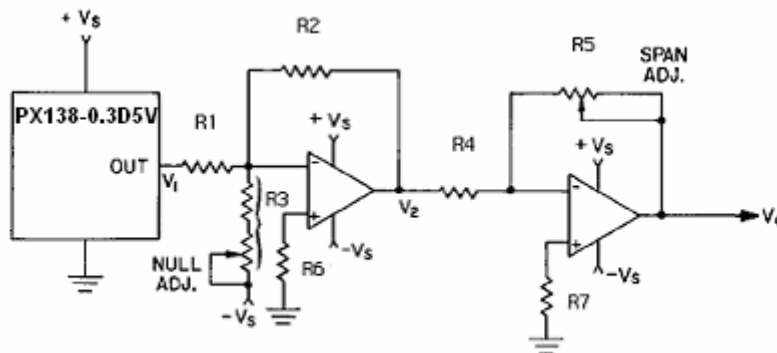


Fig. 2 - Circuito de amplificación y procesamiento analógico de la señal del transductor

Ajuste del cero del sistema:

- Habiendo armado el circuito apropiadamente, conectar la salida del transductor a la entrada del preamplificador, alimentar el sistema debidamente (alimentar el transductor entre 8 V y tierra) y ajustar los presets en los valores calculados.
- Dejar libres las dos bocas del transductor (0 cmH₂O) y medir el valor de la salida, si no es cero ajustar el potenciómetro correspondiente.
- Conectar la columna de agua a una de las bocas y aplicar presión sobre la columna con una jeringa (de esta forma se estará generando una diferencia de presión dentro del transductor). La columna esta graduada con una regla en centímetros lo que le permitirá seleccionar el valor de presión a aplicar en cmH₂O. A continuación, registrar la salida del transductor a distintas presiones (tomar seis valores significativos).
¿Qué diferencia se encuentra entre la curva relevada y la ideal? Comentar.

Si la pendiente obtenida es la esperada modifique el preset correspondiente y realice las seis medidas nuevamente.

- iv. Anotar los valores en el que quedaron los potenciómetros. De existir una diferencia con los valores calculados, explicar por qué se pudo haber dado.

II. Medida de flujo

Para medir el flujo, se provoca una diferencia de presión en una vía utilizando una malla, la cual, en condiciones de flujo laminar, es proporcional al flujo que la atraviesa. En la figura 3, se observa este comportamiento para dos tipos de neumotacógrafo.

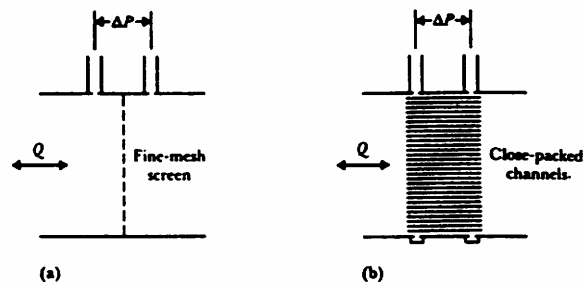


Figura 3 - Principio de funcionamiento de un neumotacógrafo [1]

Para medir el flujo aéreo, se utilizará la medida de la diferencia de presión generada en el neumotacógrafo.

- (a) Proponer una manera de calibrar el sistema para la medida de flujo, teniendo en cuenta la frecuencia de muestreo de la tarjeta adquisidora y que se posee una jeringa de $V = 1$ l, para esta parte de la práctica. Justificar.
- (b) Realizar una espirometría simple: respirar normalmente tres o cuatro ciclos y hacer una inspiración profunda máxima. Luego expulsar todo el volumen de aire que sea posible en el tiempo necesario, y continuar respirando normalmente dos o tres ciclos más.
- (c) Realizar una espirometría forzada: respirar normalmente tres o cuatro ciclos y hacer una inspiración profunda máxima. Luego expulsar todo el volumen de aire que sea posible en el menor tiempo posible, y continuar respirando normalmente dos o tres ciclos más.
- (d) ¿Qué procesamiento sería el adecuado para realizarles a las señales adquiridas para mejorar su SNR? Implementarlo y explicar.

III. Cálculo de parámetros

Implementar un programa en Scilab o Matlab que calcule:

- (a) Volumen Corriente o Tidal (VT)
- (b) Para cada una de las dos maniobras anteriores (espirometría simple y forzada):
 1. Capacidad vital (CV)
 2. Volumen de reserva inspiratoria (VRI)
 3. Volumen de reserva espiratoria

- (c) Para la maniobra de espirometría forzada en la señal de volumen, luego de la meseta de la señal, dividir el intervalo en cuatro partes y obtener el volumen al 25% y 75%. La pendiente de la recta que pasa por estos puntos se define como el flujo forzado. Calcular el flujo forzado 25-75%.

5. *Preinforme*

El preinforme a entregar el día de la práctica deberá contener:

- (a) Diseño completo del circuito.
- (b) Cuentas detalladas de la elección de cada componente.
- (c) Procedimiento de calibración y cómo calcular los volúmenes luego de realizada.
- (d) Respuestas a las preguntas del punto 4.I

Se deberá concurrir a la práctica con el circuito armado.

6. *Informe*

En el informe se deberán incluir al menos:

- (a) Códigos implementados.
- (b) Respuestas a las preguntas.
- (c) Procedimiento de calibración explicado claramente.
- (d) Gráficas de Volumen en función de Tiempo, con sus correctas magnitudes y unidades.
- (e) Incluir cálculos y resultados de los parámetros pedidos en el punto 4.III

Cualquier informe que no se ciña al formato propuesto no será aceptado y deberá ser reescrito en este formato.

7. *Referencias*

- 1 – John G. Webster - “ Medical Instrumentation” Third Edition
- 2 – Material del Curso de Ingeniería Biomédica - <http://www.nib.fmed.edu.uy>
- 3 – Libro “ Ingeniería Biomédica: prespectivas desde el Uruguay” 2007