

## CONCLUSIONES

La respiración es uno de los procesos biofísicos más importantes que sucede en los seres vivos, ya que gracias a éste se oxigenan las células y se elimina dióxido de carbono hacia la atmósfera. Por lo tanto, que el sistema respiratorio se encuentre sano es de vital importancia para el correcto funcionamiento del cuerpo humano.

Las enfermedades de carácter respiratorio tales como el asma, rinitis alérgica y otros desórdenes respiratorios permanentes afectan a más de 400 millones de personas alrededor del mundo. Tal motivo obliga a las entidades del sector salud a contar con equipos médicos que detecten y prevengan este tipo de padecimientos.

El espirómetro es uno de los equipos más utilizado en la detección de anomalías del sistema respiratorio. Sin embargo, uno de los obstáculos más importantes a los que se enfrenta el sistema hospitalario y clínico a nivel nacional, es que los equipos de espirometría con los que cuentan son importados, con costos de adquisición y mantenimiento elevados.

Con este trabajo, se logra mostrar que diseñar, desarrollar e implementar un espirómetro de flujo, construido a partir de dispositivos de bajo costo y fácil adquisición en el mercado nacional, es posible. Parte importante en la realización de un proyecto de este tipo es que, desde el punto de vista tecnológico, se logró construir un instrumento de medición exacto, de costo accesible, de fácil reparación y mantenimiento, y que proporciona información básica para que, con ayuda de un especialista, se logre monitorear el estado de salud de las vías respiratorias de un paciente.

El espirómetro de flujo realizado puede ser un auxiliar en la prevención y el diagnóstico temprano de enfermedades respiratorias. Para su desarrollo fue

necesario realizar un estudio detallado de la espirometría, con el fin de conocer el proceso para implementar un espirómetro de flujo electrónico que cumpliera con las Normas Internacionales.

Uno de los primeros criterios normativos que se cumplió, fue que el espirómetro no se viera afectado por condiciones ambientales tales como la presión atmosférica. La independencia a la presión atmosférica se consiguió al colocar, en la etapa de sensado, un transductor de flujo y un sensor de presión diferencial. La adecuada elección de estos sensores fue uno de los principales inconvenientes a los que me enfrenté durante el desarrollo de este proyecto. Con respecto al transductor de flujo, el problema sustancial se debió a que la mayoría de compañías que se dedican a la importación y/o distribución de estos sensores, generalmente no los venden al menudeo o a particulares, sumado al hecho de que este dispositivo representó la parte más costosa del espirómetro. Finalmente, la compra del transductor de flujo se pudo realizar vía la empresa Mastertec, S. A. de C. V. la cual distribuye equipo medico *Collins*. En cuanto al sensor de presión diferencial, después de contar con una amplia lista de posibles sensores a utilizar, se eligió uno de la marca Novasensor debido a que, además de estar diseñado para implementaciones en equipos médicos como respiradores y monitores de flujo aéreo, su costo es bastante accesible en comparación con otros sensores del mismo tipo.

Una de las características más importantes en la elección del sensor es el rango de medición de la señal de interés. El sensor elegido mide presiones diferenciales en el rango de 0 – 10 [inch H<sub>2</sub>O]. Si bien este rango es un poco sobrado para medir las presiones producidas durante la espiración pulmonar, tomando en cuenta que al realizar una espiración forzada se alcanzan, como máximo, presiones de hasta 4 [inch H<sub>2</sub>O], este exceso en el rango de medición no representó ningún inconveniente para el desarrollo del proyecto.

Con los resultados obtenidos y mostrados en el capítulo V se logró demostrar que el espirómetro de flujo construido cumple también con los criterios de linealidad, precisión y exactitud establecidos por la ATS con respecto a los parámetros de flujo y volumen de aire espirado.

El espirómetro de flujo desarrollado en este trabajo cumple con los parámetros básicos de medición de un espirómetro comercial, lo cual puede favorecer e impulsar el uso de la espirometría en nuestro país como método de detección y monitoreo del estado de salud de las vías respiratorias, facilitando la adquisición de este tipo de equipos de bajo costo a hospitales y clínicas nacionales. Sin embargo, si se desea realizar un espirómetro equivalente a uno comercial, con el cual se pueda tener un diagnóstico espirométrico completo, harían falta algunas mejoras que podrían realizarse en trabajos posteriores.

Por lo tanto, si se pretende optimizar este diseño a futuro, se deberá trabajar sobre las siguientes cuestiones: contar con una interfaz espirómetro-computadora por medio del protocolo USB, con el fin de observar el trazado en tiempo real de las gráficas Volumen-Flujo y Flujo-Tiempo del aire espirado, además de poder obtener otros parámetro espirométricos especializados, que no se incluyen en este trabajo, como el Volumen Espiratorio Forzado en 1 segundo (VEF1), el Flujo Espiratorio Forzado medido durante la mitad central de la Capacidad Vital Forzada (FEF25-75) y el Flujo Pico Espiratorio Forzado (PEF); que el sistema pueda ser alimentado por medio de baterías para con esto hacer el espirómetro totalmente portátil; implementar un programa de autocalibración y compensación de offset por medio de software, ya que en este trabajo esto se hizo de manera manual, además de incluir valores de referencia normales que fueran comparados con las mediciones realizadas para con esto poder mandar avisos o alertas a la computadora cuando los resultados estén fuera de los parámetros estándares; y por último, reducir lo más posible el tamaño de la tarjeta del circuito impreso, así

como el gabinete del espirómetro, para hacerlo competitivo con respecto a la robustez de los espirómetros comerciales.