

Resumen

En la presente tesis se desarrolla el diseño de la instrumentación y control electrónico de un respirador emergente de bajo costo. Este proyecto nace a partir de la pandemia del COVID 19, en donde se ve la necesidad de disponer de respiradores emergentes para mitigar problemas de saturación de hospitales de bajos recursos. Se proponen dos soluciones para el control electrónico del respirador, una usando un microcontrolador estándar (Arduino) y otra mediante un sistema en chip (SoC-ESP32). Se caracteriza y se prueba sensores de posición y presión, cumpliendo las especificaciones medicas necesarias para tratar el síndrome de deficiencia respiratoria aguda causado por el COVID. Se evalúan características físicas y electrónicas para diagnosticar los sensores y que estos sean adecuados para el respirador. Se utiliza un control mandatorio por volumen mediante reglas de decisión con parámetros de entrada de volumen tidal, respiraciones por minuto y ciclo inspiración-expiración(I/E). Se evalúa el control implementado simulando dos compliancias pulmonares: una a través de un recipiente de material flexible y la otra mediante un simulador médico profesional. Se registra un error menor al 1% en la frecuencia de respiración, mientras que en los ciclos I/E se obtuvo un error máximo de 18.25%. Dichos errores se atribuyen a la alta tolerancia en el diseño mecánico de transmisión de potencia, el cual retrasa el control electrónico en 0.128 segundos. El simulador pulmonar registró una asistencia respiratoria exitosa con 2 pulmones colapsados y 66% de resistencia del pulmón.

Palabras clave: Respirador Emergente, Presión, Inspiración, Espiración, COVID-19

Abstract

This thesis develops the design of the instrumentation and electronic control of a low-cost emergent ventilator. This project arises from the COVID 19 pandemic, where the need for emergent ventilators to mitigate saturation problems in low-income hospitals is seen. Two solutions are proposed for the electronic control of the ventilator, one using a standard microcontroller (Arduino) and the other using a system on chip (SoC-ESP32). Position and pressure sensors are characterized and tested, meeting the medical specifications needed to treat acute respiratory distress syndrome caused by COVID. Physical and electronic characteristics are evaluated to diagnose the sensors and their suitability for the ventilator. Mandatory volume control using decision rules with input parameters of tidal volume, breaths per minute and inspiration-expiration (I/E) cycle is used. The implemented control is evaluated by simulating two pulmonary compliances: one through a flexible material canister and the other through a professional medical simulator. An error of less than 1% was recorded in the breathing frequency, while in the I/E cycles a maximum error of 18.25% was obtained. These errors are attributed to the high tolerance in the mechanical design of the power transmission, which delays the electronic control by 0.128 seconds. The lung simulator recorded a successful ventilation with 2 collapsed lungs and 66% lung resistance.

Keywords: Emergent Respirator, Pressure, Inspiration, Exhalation, COVID-19