

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería de Ingeniería y Computación.

“Diseño de un Sistema Vibratorio para afecciones respiratorias.”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Electrónica y Automatización industrial.

Presentado por:

Marco Vinicio Vicuña Vera

Andrés Israel García Pomboza

GUAYAQUIL – ECUADOR

IIT- 2020

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres y mi esposa por haberme apoyado de forma incondicional durante toda la carrera universitaria, además lo dedico a mis amigos que directa o indirectamente me apoyaron sin esperar nada a cambio.

El presente proyecto lo dedico a mi familia y amigos quienes me apoyaron en todo momento, en especial a mi madre y mi esposa, quienes estuvieron ahí siempre que tuve algún momento de flaqueza durante la carrera y durante mi vida.

Att. Marco Vicuña Vera

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a Dios por darme sabiduría y fuerza para ser una mejor persona cada día, además agradecer infinitamente a mis padres y mi esposa que me brindan su apoyo y amor cada día. Y agradezco a mi compañero de tesis por tener paciencia y por el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto.

Att. Marco Vicuña Vera

DEDICATORIA

A mis padres Juan García y Guadalupe Pomboza quienes han sido mi más grande fuerza e inspiración, por haber forjado en mí los valores y darme la voluntad para desarrollarme como persona, hijo y profesional. A mi familia en general por el amor, comprensión y paciencia otorgada en el transcurso de mi carrera.

Andrés Garcia Pomboza

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos a nuestros tutores de tesis MSc. Dennys Cortez Alvarez y PhD. Cesar Martín, por brindarnos todo el apoyo y paciencia necesarias en el transcurso y desarrollo de esta tesis.

Att. Andrés García Pomboza

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Vicuña Vera Marco Vinicio* y *García Andrés* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Marco Vicuña



Andrés García.

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:
**DENNY DICK
CORTEZ
ALVAREZ**

Msc. Dennys Dick Cortez Alvarez
PROFESOR DE MATERIA INTEGRADORA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cesar M.'.

Phd. Cesar Antonio Martín Moreno
**TUTOR ACADÉMICO DE MATERIA
INTEGRADORA**

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad diseñar un sistema vibratorio para aliviar y controlar las afecciones respiratorias orientada a las personas con una economía base en el Ecuador, teniendo como principal objetivo utilizar materiales que puedan ser usados en el mercado ecuatoriano para que la implementación del diseño sea lo más económico posible y que tenga una funcionalidad alta ya que más de 5,000 personas mueren al año en el Ecuador por no tener la economía suficiente para poder realizarse tratamientos o comprar equipos que puedan mejorar su salud. Partiendo desde un chaleco adaptable al uso en cualquier tipo de ambiente en nuestro caso un chaleco atlético para luego adaptar un sistema de control PVD donde se realiza percusiones, vibraciones y drenaje de la mucosidad de los pulmones mediante 8 motores adaptados al chaleco que vibran en diferentes secuencias para cumplir los controles de tratamiento con el uso de un Arduino. Una vez realizado el dimensionamiento de los elementos obtuvimos que el equipo necesitaría de una batería de litio de 12V de 3/8 para poder alimentar el circuito, con un costo de aproximadamente de \$200.00. Finalmente concluyendo que la implementación de un chaleco vibratorio en el mercado ecuatoriano beneficiaría en la salud y la economía del país, así como una ventaja en comparación a la importancia de un equipo ya existente en el mercado, esto considerando el tiempo de espera debido a la disponibilidad de los equipos y el costo de estos.

Palabras Clave: Eficiencia, vibración, percusión y drenaje.

ABSTRACT

The purpose of the present work is to design a vibratory system to alleviate and control respiratory conditions in people with a base economy in Ecuador, having as its main objective to use materials that can be used in the Ecuadorian market so that the implementation of the design is as economical as possible and that it has a high functionality since more than 5,000 people die a year in Ecuador because they do not have enough money to be able to perform treatments or buy equipment that can improve their health. Starting from a vest adaptable to use in any type of environment, in our case an athletic vest to later adapt a PVD control system where percussions, vibrations and drainage of mucus from the lungs are performed by means of 8 motors adapted to the vest that vibrate in different sequences to meet the treatment controls with the use of an Arduino. Once the sizing of the elements was done, we obtained that the team would need a 12V 3/8 lithium battery to power the circuit, at a cost of approximately \$ 200.00. Finally, concluding that the implementation of a vibrating vest in the Ecuadorian market would benefit the health and economy of the country, as well as an advantage compared to the importance of an existing equipment in the market, this considering the waiting time due to the equipment availability and cost.

Key Words: *Efficiency, vibration, percussion and drainage.*

ÍNDICE GENERAL

Contenido

CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Métodos y técnicas de fisioterapia respiratoria.....	3
1.4.2 Drenaje postural.....	4
1.4.3 Ejercicios de expansión torácica.....	4
1.4.4 Percusión torácica.....	4
1.4.5 Vibración torácica.....	4
1.4.6 Tos provocada y dirigida.....	5
1.4.7 Drenaje autógeno.....	5
1.4.8 Presión positiva espiratoria.....	6
1.4.9 Compresión torácica de alta frecuencia con chaquetilla hinchable.....	7
1.4.10 Calidad del aire.....	7
1.4.11 Estudio estadístico sobre enfermedades respiratoria en guayaquil.....	8
1.4.12 Posiciones recomendables para la ubicación del dispositivo vibratorio.....	10
CAPÍTULO 2.....	13
2. Metodología.....	13
2.1 Alternativa 1.....	13
2.1.1 Sistema para movilizar y eliminar secreciones bronquiales.....	13
2.2 Alternativa 2.....	14

2.2.1 Sistema PEP (presión espiratoria positiva)	14
2.3 Alternativa 3.....	15
2.3.1 Sistema PEP (presión espiratoria positiva)	15
2.4 Alternativa 4.....	15
2.4.1 Sistema chaleco vibratorio	15
2.5 Criterios de selección	16
2.6 Materiales detallados del sistema.....	18
2.6.1 Arduino UNO	18
2.6.2 Descripción por Pin	19
2.6.3 Especificaciones Técnicas del Arduino UNO	20
2.6.4 Esquema de conexión	20
2.6.5 Motor vibratorio	21
2.6.6 Cables Dupont Macho-Macho 20 cm	22
CAPÍTULO 3.....	25
3. Resultados Y ANÁLISIS	25
3.1 Diseño de chaleco vibratorio	25
3.2 Resultados de simulación.....	27
3.3 Análisis de Costo.....	28
CAPÍTULO 4.....	29
4. DISCUSIÓN Y Conclusiones.....	29
4.1 Conclusiones	29
4.2 Recomendaciones.....	30
BIBLIOGRAFÍA.....	0
APÉNDICES.....	1

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
PVD	Percusión, Vibración y Drenaje.
FQ	Fibrosis quística.
EPOC	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
EPA	Agencia de Protección Ambiental.
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
PD&P	Postural Drainage and Percussion.
BTX	Benceno, Tolueno, Xileno
COV	Compuestos orgánicos volátiles
CO	Carbono
O3	Ozono
PEP	Presión espiratoria positiva

SIMBOLOGÍA

cm	Centímetros.
kg	Kilogramos.
s	Segundos.
Hz	Hertz.
ci	Concentración del contaminante i
si	Estándar EPA para el contaminante i

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.- Relación entre enfermedades respiratorias frecuentes y patrones espirométricos.	10
Ilustración 2.- Anatomía externa del pulmón.....	10
Ilustración 3.- Posiciones recomendables para el tratamiento.....	12
Ilustración 4.- Alternativa #1	13
Ilustración 5.- Alternativa #2.....	14
Ilustración 6.- Alternativa #3	15
Ilustración 7.- Alternativa #4	16
Ilustración 8.- Arduino Uno - Microcontrolador.....	18
Ilustración 9.- Esquema de conexiones del microcontrolador con los motores de vibración	20
Ilustración 10.- Motores de vibración	21
Ilustración 11.- Cable Dupont macho a macho	22
Ilustración 12.- Modulo de conexión bluetooth.....	23
Ilustración 13.- Lungvest.....	25
Ilustración 14.- conexiones de circuitos del sistema	26
Ilustración 15.- Simulación de frecuencias.....	27
Ilustración 16.- Costos del producto	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.-Datos epidemiológicos de pacientes atendidos en el hospital Vernaza	8
Tabla 2.- Enfermedades respiratorias frecuentes.	9
Tabla 3.- Patrones espirométricos frecuentes	9
Tabla 4.- Matriz de ponderación para criterios de selección	17
Tabla 5.- Matriz de selección	17
Tabla 6.- Descripción por pin	19
Tabla 7.- Especificación del microcontrolador seleccionado.....	20
Tabla 8.- Características de la batería	23

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

Una de las principales industrias a nivel nacional e internacional es el sector de la salud, las empresas orientadas al sector de la salud cumplen un papel indispensable en el desarrollo socioeconómico y bienestar de nuestra comunidad al proporcionar puestos de trabajo en varias etapas de una obra.

Una empresa dedicada a la producción de chalecos vibratorios utilizados en la salud, para su distribución utiliza farmacias autorizadas y centros médicos como hospitales además que se distribuye con cartones donde si un chaleco esta defectuoso debe ser retirado y devuelto a la fabrica para su revisión respectiva, en el punto de descarga se debe llevar al proceso de medición de continuidad del dispositivo, mientras que el chaleco se coloca en lugar asignado los dispositivos de control son llevados a una revisión de fallo.

Por lo anteriormente descrito, existen varios aspectos a considerar:

Salud pública. Es uno de los aspectos más importantes a considerar, ya que implica la inhalación de partículas de estaño quemado para la revisión de los circuitos y que el dispositivo funcione además de las posiciones de trabajo.

Seguridad y bienestar. Es un aspecto importante para considerar, ya que una mala manipulación de los circuitos o motores podrían causar daños en el cuerpo del paciente.

Aspectos globales: No aplica, porque lo que se busca es que la solución se realice con recursos y normas locales.

Aspectos Culturales: No aplica, dado que el equipo se destina a una industria específica.

Aspectos sociales. En una primera instancia al resolver el problema con recursos locales, esto puede propiciar una nueva fuente de puestos de trabajo en la fabricación, además que ayuda que los pacientes puedan interactuar con las demás personas, aunque se encuentren utilizando el dispositivo.

Aspectos económicos. Una solución de las disponibles en el mercado para este problema presenta precios elevados ya que deben ser importados de otros países para poder ser vendidos en el mercado.

1.2 Justificación del problema

Debido a la falta de sistemas vibratorios para las afecciones respiratorias en nuestro país que realizan las actividades específicas se requieren de poco esfuerzo para el operario, en el cual se manipula un chaleco que pesa menos de 8 lb resulta de especial interés aumentar la movilidad de los pacientes con el uso de los chalecos.

Se requiere un sistema que permita controlar los motores y secuencias de vibración usando un smartphone de manera automática, que además cuente con un sistema impermeable acoplado al sistema de control PVD, lo que ayudara a que el chaleco pueda ser usado a todas horas en cualquier lugar donde se encuentre el paciente, lo que implicaría un aumento de sociabilidad de los pacientes que anteriormente no tenían el tiempo de utilizar o salir por los tratamientos antes mencionados.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema vibratorio para tratar las afecciones respiratorias donde mediante los diferentes sistemas puedan reducir y expulsar la mucosidad en los pulmones mediante la vibración de motores con una variación de frecuencia.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar que son las afecciones respiratorias porque son provocadas y sus tratamientos existentes con la cantidad de personas afectadas en el Ecuador.
- Diseñar el chaleco vibratorio describiendo la ubicación de los componentes y como estos elementos nos ayudan a mejorar el tratamiento
- Para que sirve cada uno de los sistemas que tiene el chaleco de percusión, vibración y drenaje.
- Como nos ayuda el chaleco en la economía del país y como se compara con otros productos del mercado.

1.4 Marco teórico

En un sistema de vibración para afecciones respiratorias que permita que la mucosidad acumulada en los pulmones o vías respiratorias puedan ser expulsadas por medio de la tos y que realice de manera automática intervienen varios mecanismos y componentes que con sus funciones independientes dan lugar a un sistema de percusión, vibración y drenaje de la mucosidad en los pulmones. Los mecanismos principales que intervienen en el sistema se mencionan a continuación de forma teórica para su posterior análisis.

1.4.1 Métodos y técnicas de fisioterapia respiratoria

La rehabilitación respiratoria tiene como objetivo facilitar la eliminación de las secreciones traqueobronquiales y, secundariamente, disminuir la resistencia de la vía aérea, reducir el trabajo respiratorio, mejorar el intercambio gaseoso, aumentar la tolerancia al ejercicio y mejorar la calidad de vida.

Existen técnicas pasivas, que son practicadas por un fisioterapeuta o un familiar adiestrado, y técnicas activas, realizadas por el enfermo sin la ayuda de otra persona, haciendo uso o no de instrumentos mecánicos.

Es precisa, al menos inicialmente, la supervisión del médico rehabilitador y el fisioterapeuta.

Las técnicas aplicadas se individualizan atendiendo a criterios de edad, grado de colaboración, enfermedad de base, disponibilidad de aparatos y de personal entrenado o especializado.

La evidencia que justifica su uso con frecuencia es insuficiente.

Las indicaciones incluyen las enfermedades crónicas que cursan con broncorrea (fibrosis quística), la neumonía en fase de resolución cuando la tos sea inefectiva, el asma cuando predomine la mucosidad y la ventilación esté asegurada, la atelectasia aguda o subaguda y el trasplante pulmonar.

Fisioterapia convencional

Conjunto de técnicas destinadas a despegar de las paredes las secreciones y transportarlas proximalmente hasta su expulsión. La mayoría de ellas precisa del concurso de un fisioterapeuta o adulto entrenado durante el aprendizaje o en su realización (percusión y vibración). Incluyen:

1.4.2 Drenaje postural.

Facilita el drenaje gravitacional con la adopción de diversas posturas que verticalicen las vías aéreas de cada segmento o lóbulo pulmonar. En lactantes los cambios posturales se realizan en el regazo del adulto y en los niños mayores se empleaban mesas oscilantes o almohadas. Actualmente se utiliza en ambos la posición decúbito lateral y en sedestación, dado que la postura en Trendelenburg incrementa el trabajo respiratorio y aumenta la desaturación.

1.4.3 Ejercicios de expansión torácica.

Se llevan a cabo con la realización de inspiraciones máximas sostenidas mediante una apnea breve al final de aquéllas, seguidas de una espiración lenta pasiva. En los niños más pequeños se recurre a la risa y el llanto. En los pacientes ventilados se emplea la hiperinsuflación manual. Se pueden emplear incentivadores.

Control de la respiración, respiración diafragmática.

Son períodos de respiración lenta a volumen corriente con relajación de los músculos accesorios respiratorios y ventilación con el diafragma, intercalados entre técnicas más activas con el fin de permitir la recuperación y evitar el agotamiento.

1.4.4 Percusión torácica.

Golpeteo repetido con la punta de los dedos en lactantes, la mano hueca en niños mayores o una mascarilla hinchable sobre las distintas zonas del tórax. Se combina con el drenaje postural.

1.4.5 Vibración torácica.

Se aplican las manos, o las puntas de los dedos, sobre la pared torácica y sin despegarlas se genera una vibración durante la espiración. Se combina con la compresión y el drenaje postural.

Compresión torácica.

Facilita la espiración comprimiendo la caja torácica mediante un abrazo, aplicando presión sobre el esternón y las porciones inferiores y laterales del tórax. En los lactantes se aplica presión con las palmas de las manos apoyadas sobre la región inferior, anterior y lateral de la caja torácica.

1.4.6 Tos provocada y dirigida.

El despegamiento de la mucosidad de la pared desencadena habitualmente la tos. En su defecto, puede provocarse la tos aplicando una suave presión sobre la tráquea en el hueco supraesternal al final de la inspiración. La tos produce la expectoración de la mucosidad por la boca o su deglución. No conviene reanudar los ejercicios de despegamiento mientras no se haya conseguido el aclaramiento de las vías respiratorias. En pacientes intubados o con cánulas de traqueostomía la succión sule a la tos. La sonda de aspiración se introduce hasta 1 cm más allá del extremo del tubo endotraqueal o la cánula; se inicia entonces la aspiración rotándola y retirándola lentamente. Conviene hiperoxigenar previamente, instilar un pequeño volumen de suero fisiológico, ajustar la presión negativa de aspiración y su duración, así como hiperinsuflar manualmente al finalizar el procedimiento para garantizar la oxigenación, reducir los efectos traumáticos en la mucosa y la producción de atelectasias.

Técnica de espiración forzada (huffing) y ciclo activo de técnicas respiratorias.

Secuencia de 3-4 respiraciones diafragmáticas a volumen corriente, seguida de 3-4 movimientos de expansión torácica (inspiración lenta y profunda con espiración pasiva), repitiendo de nuevo los ejercicios de respiración controlada y finalizando con 1-2 espiraciones forzadas con la glotis abierta (huffing) a volumen pulmonar medio o bajo. Se realiza en diferentes posiciones (drenaje postural) o sentado. Requiere de la comprensión del paciente y por tanto sólo es aplicable a niños mayores de 4 años.

1.4.7 Drenaje autógeno

Se trata de una modificación de la técnica de espiración forzada. El ciclo completo consta de 3 fases: despegamiento periférico de las mucosidades, acumulación de secreciones en las vías aéreas de mediano y gran calibre y su expulsión. El paciente realiza inspiraciones lentas y profundas a través de la nariz para humidificar y calentar el aire, así como evitar el desplazamiento distal de las secreciones; una apnea de 2-3 s y espiraciones moderadamente forzadas a flujos mantenidos con la glotis y la boca abiertas a diferentes volúmenes pulmonares, evitando la tos. El despegamiento se consigue con espiraciones a volumen de reserva espiratorio, la acumulación con espiraciones a volumen corriente y la expulsión con espiraciones a volumen de reserva inspiratorio. De este modo la mucosidad progresa desde las vías aéreas más

distales hasta las centrales. La complejidad de la técnica exige un elevado grado de atención, comprensión, aprendizaje y tiempo en su realización, aunque se acompaña de menos efectos adversos (broncoespasmo, desaturación) que otras técnicas y no precisa del concurso de un fisioterapeuta. La instrumentalización de la fisioterapia respiratoria posibilita la autoadministración y simplifica las técnicas más complejas, difíciles de cumplimentar.

1.4.8 Presión positiva espiratoria

Se emplea una mascarilla almohadillada con una doble válvula inspiratoria y espiratoria. Sobre esta última se aplica una resistencia (adaptador de tubo endotraqueal reductor de calibre) y un manómetro intercalado. Otros dispositivos comercializados combinan una cámara con sistema valvular con posibilidad de ajustar la resistencia que genere una presión durante la espiración. La resistencia se selecciona para que la presión espiratoria alcanzada oscile entre 10 y 20 cm de agua. El paciente, sentado con los codos apoyados sobre una mesa, se ajusta la mascarilla sobre la cara o la boca sobre la boquilla de la cámara y realiza sucesivas inspiraciones por encima del volumen corriente, seguidas de espiraciones activas no forzadas a capacidad funcional residual. La técnica permite ventilar áreas colapsadas por la mucosidad a través de vías colaterales y facilitar el arrastre proximal de las secreciones. Se realizan ciclos de 10-20 respiraciones seguidos de la retirada de la mascarilla y una espiración forzada con la glotis abierta. La autonomía, efectividad y escaso tiempo que requiere son sus puntos más favorables. La realización de esta técnica con espiración forzada a capacidad pulmonar total permite alcanzar presiones entre 40 y 100 cmH₂O. Se mejora la distribución aérea pulmonar incrementando el flujo aéreo colateral desde las zonas hiper insufladas a las zonas hipo ventiladas y secundariamente movilizar las secreciones responsables de la obstrucción de las vías aéreas. Es una técnica que requiere una supervisión estrecha, caracterizada por ser breve, efectiva pero extenuante, capaz de inducir broncos pasmos, asociada a un riesgo de neumotórax, y aplicable a niños mayores de 5 años.

1.4.9 Compresión torácica de alta frecuencia con chaquetilla hinchable.

Un generador inyecta y aspira pequeños volúmenes de aire a frecuencias de 5-22 Hz a una chaquetilla neumática que cubre el tronco del paciente generando un movimiento vibratorio y oscilante. El elevado coste del equipo y su complejidad limitan su uso.

1.4.10 Calidad del aire.

La emisión de contaminantes atmosféricos es inherente a la sociedad actual, debido a que el bienestar económico y nivel de vida se basan en el consumo de combustibles. Cuando la calidad del aire se deteriora, afecta a la salud pública.

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2010), se estima que, por esta causa, en el Ecuador fallecen 5000 personas cada año.

En la ciudad de Guayaquil, en el año 2003 se efectuó un estudio sobre la calidad del aire, las emisiones vehiculares y la calidad de los combustibles que se expenden en esa ciudad. Las mediciones se efectuaron en 51 puntos de la ciudad y para ello se emplearon equipos portátiles, se caracterizaron las emisiones de los tubos de escape de 649 vehículos y se analizaron muestras de gasolina de diferentes estaciones de servicio donde se despacha este combustible.

Los parámetros monitoreados fueron monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, aromáticos (Benceno, Tolueno, Xileno (BTX)), compuestos orgánicos volátiles (COV), material particulado, límites de explosividad y ruido. Los niveles de contaminación fueron evaluados en función del índice de calidad ORAQUI.

De acuerdo con los resultados presentados en el informe, las emisiones de monóxido de carbono (CO), ozono (O₃), COV y BTX se encontraban por debajo de los límites permisibles, mientras que el ruido y el SO₂ sobrepasaban los límites. Mediante el empleo del índice ORAQUI se determinó que la calidad del aire de Guayaquil es “aceptable”, aunque se presenten valores que oscilan entre 30 y 100.

El índice ORAQUI se fundamenta en las normas de calidad promulgadas por la EPA (1971 y posteriores), y se representa mediante la ecuación:

$$ORAQUI = \left(3,5 \sum \left(\frac{C_i}{C_s} \right) \right)^{1,37}$$

ci = concentración del contaminante i

si = estándar EPA para el contaminante i

El coeficiente es 3,5 y el exponente 1,37 se utilizan para calibrar el índice, de modo que, en ambientes no contaminados, ORAQUI = 10, y en medios muy contaminados, puede pasar de 100

1.4.11 Estudio estadístico sobre enfermedades respiratoria en guayaquil

Enfermedades respiratorias crónicas y su relación con patrones espirométricos.

Las patologías pulmonares crónicas en Guayaquil son un problema que aqueja a los pacientes atendidos en los hospitales de Guayaquil.

Se realizó un estudio de diseño no experimental, descriptivo de corte transversal (14), en la consulta externa del servicio de Neumología del Hospital Luis Vernaza de la ciudad de Guayaquil - Ecuador, entre enero a diciembre del 2015.

	Número de personas	Porcentaje %
Variables	795.00	100.00%
Sexo		
Masculino	511.00	64.30%
Femenino	284.00	35.70%
Grupo etario		
20 a 40 años	222.00	28.00%
41 a 59 años	294.00	37.00%
60 a 89 años	273.00	34.20%
90 años en adelante	6.00	0.8%

Tabla 1.-Datos epidemiológicos de pacientes atendidos en el hospital Vernaza.

Las enfermedades respiratorias más frecuentes atendidas en el servicio de consulta externa de neumología del Hospital Luis Vernaza de enero-diciembre 2015, se observó que el asma fue del 29,6 %; EPOC (Enfermedad pulmonar obstructiva crónica) 25,8 %; y otros (fibrosis pulmonar, enfisema pulmonar, tos del fumador, entre otras) el 44,7 %

	Número de personas	Porcentaje
Asma	235	29.6%
EPOC	205	25.9%
Otros	355	44.7%
Total	795	100%

Tabla 2.- Enfermedades respiratorias frecuentes.

La espirometría es una prueba de la función pulmonar que mide los volúmenes y flujos respiratorios del paciente, esto es, la capacidad para acumular aire en los pulmones y la capacidad para moverlo.

Patrones espirométricos	Número de personas	Porcentaje
Patrón normal	305	38.36%
Patrón restrictivo	231	29.06%
Patrón obstructivo	259	32.58%
Total	795	100.00%

Tabla 3.- Patrones espirométricos frecuentes

La relación entre enfermedades respiratorias y patrones espirométricos se obtuvo en los pacientes que tuvieron patrón normal y asma bronquial el 18 %, EPOC 14,7 % y otras enfermedades (fibrosis pulmonar, entre otras) del 67,3 %. De los pacientes con patrón restrictivo con asma bronquial el 26,8 %, EPOC 41,1 % y otras enfermedades respiratorias 32,1 %; en los pacientes con patrón obstructivo que tenían asma bronquial 45,5%, EPOC 25,01 % y otras patologías respiratorias el 29,4 %

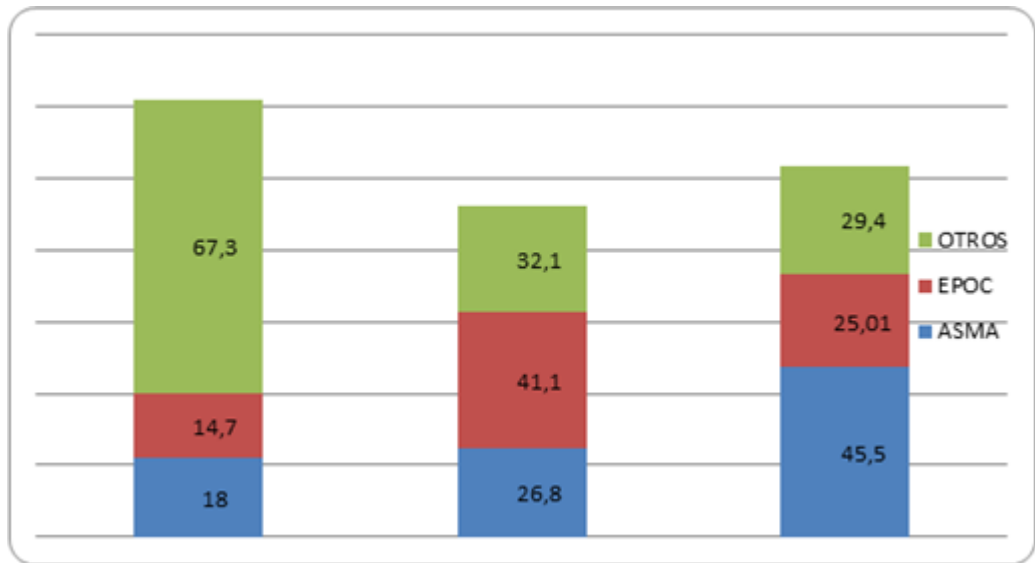


Ilustración 1.- Relación entre enfermedades respiratorias frecuentes y patrones espirométricos.

1.4.12 Posiciones recomendables para la ubicación del dispositivo vibratorio.

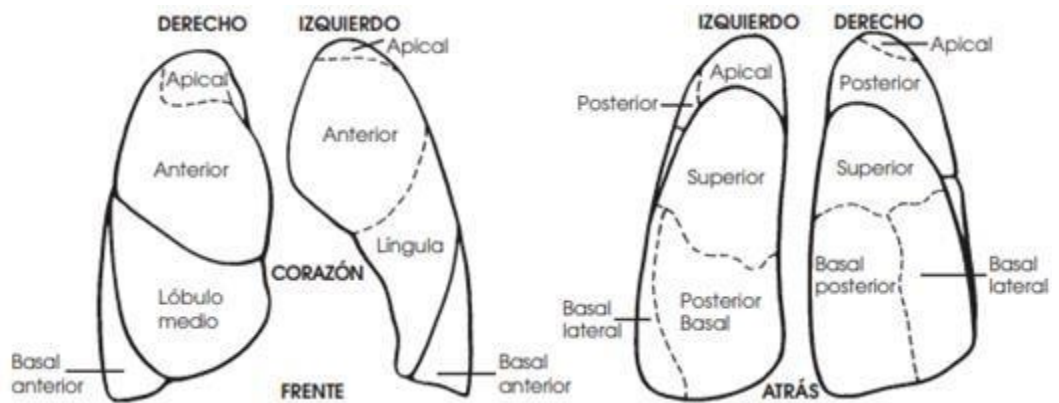


Ilustración 2.- Anatomía externa del pulmón.

La meta del PD&P Postural Drainage and Percussion es sacar el moco de cada uno de los cinco lóbulos de los pulmones, drenando el moco hacia las vías respiratorias más grandes para que pueda salir con la tos. El pulmón derecho tiene tres lóbulos: el lóbulo superior, el lóbulo medio y el lóbulo inferior. El pulmón izquierdo tiene solo dos lóbulos: el lóbulo superior y el lóbulo inferior.

Cada segmento del pulmón contiene una red de tubos de aire, sacos de aire y vasos sanguíneos. En estos sacos, se realiza el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono entre la sangre y el aire. Estos son los segmentos que deben drenarse.

Posiciones recomendadas para el tratamiento usando el dispositivo, tanto para infantes, niños y adultos. (Una introducción al drenaje postural y percusión, s.f.)

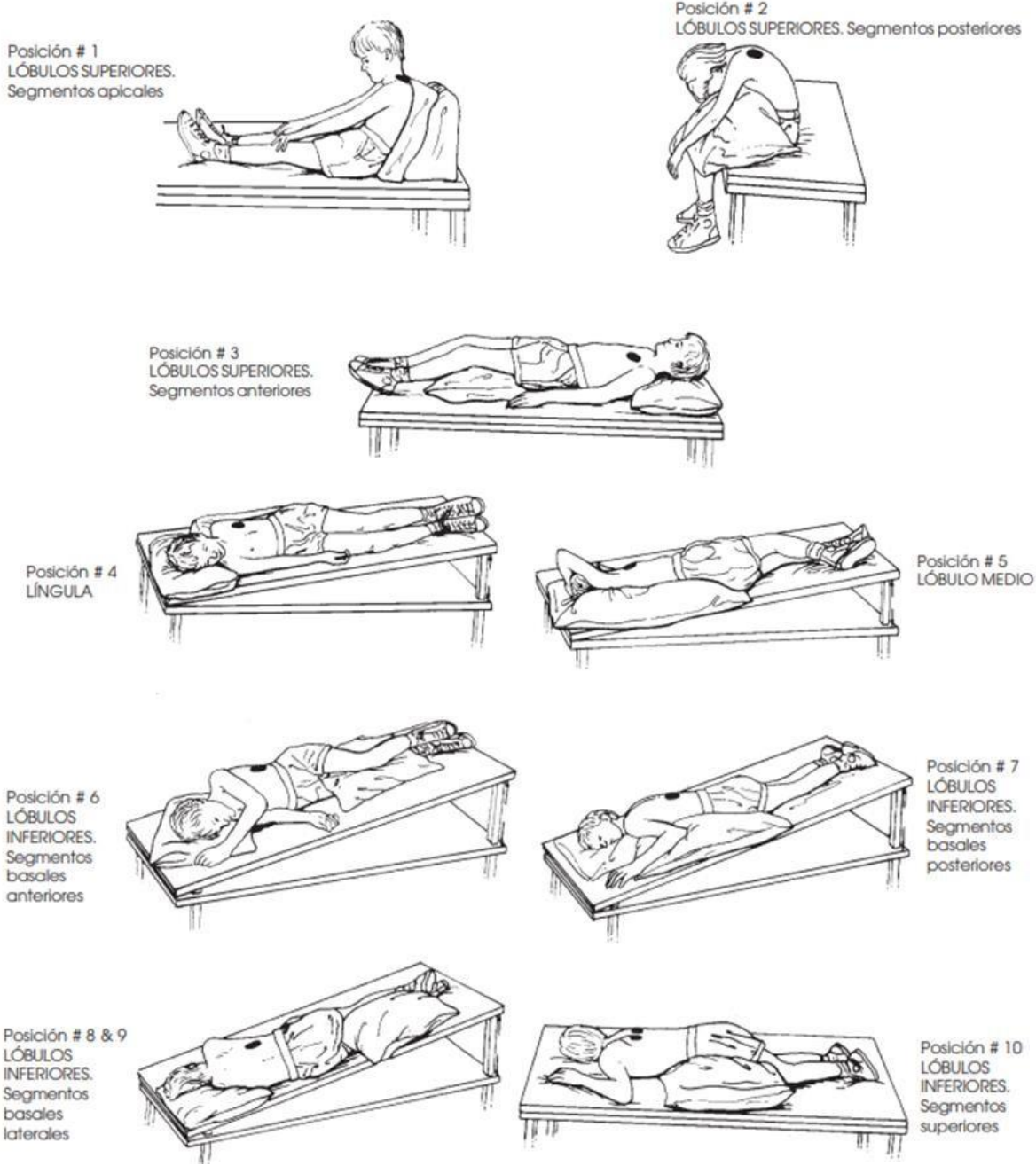


Ilustración 3.- Posiciones recomendables para el tratamiento.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para la solución del problema identificado, esto es poder recuperar la vida de las personas pudiendo socializar y no estar encerrados mientras se realizan el tratamiento respectivo para las afecciones respiratorias, se llevo a cabo una matriz de decisión por la cual se trata de una tabla en la que se reúnen los criterios que se evalúan (dados por el cliente o decididos por el diseñador) y las diferentes alternativas que se proponen y así establecer la carga que tendrá cada criterio respecto a la solución usando una matriz de relación entre los criterios de forma que se identifique la mejor opción.

2.1 Alternativa 1

2.1.1 Sistema para movilizar y eliminar secreciones bronquiales.

Es un dispositivo para movilizar y eliminar secreciones bronquiales. Como resultado de aquello, reduce la disnea (dificultad respiratoria) y la tos asociadas a enfermedades pulmonares y bronquiales crónicas. Algunos ejemplos son:

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

- Enfisema pulmonar.
- Fibrosis quística.
- Tos del fumador.
- Bronquitis crónica.



Ilustración 4.- Alternativa #1

2.1.1.1.1 Ventajas:

- Al utilizar el dispositivo se requiere inhalar y exhalar por la boca para que el aire que entra a los pulmones entre con presión y expulse la mucosidad.
- Es un dispositivo pequeño de fácil movilidad.

2.1.1.1.2 Desventajas:

- Es manual.
- No podemos usarlo en cualquier lugar.
- Se necesita tiempo y espacio para poder realizar el tratamiento.

2.2 Alternativa 2

2.2.1 Sistema PEP (presión espiratoria positiva).

Cada sistema de terapia vibratoria PEP proporciona de forma exclusiva la terapia PEP produciendo vibraciones de flujo de aire que pueden ser entregado en cualquier posición para movilizar secreciones, vías respiratorias abiertas y optimizar la entrega de medicamentos.



Ilustración 5.- Alternativa #2

2.2.1.1.1 Ventajas:

- Al utilizar el dispositivo se requiere inhalar y exhalar por la boca para que el aire que entra a los pulmones entre con presión y expulse la mucosidad.
- Es un dispositivo pequeño de fácil movilidad.

2.2.1.1.2 Desventajas:

- Es manual.
- No podemos usarlo en cualquier lugar.
- Se necesita tiempo y espacio para poder realizar el tratamiento.

2.3 Alternativa 3

2.3.1 Sistema PEP (presión espiratoria positiva)

El dispositivo de eliminación de mocos tiene la forma de una tubería con una boquilla de plástico endurecido. En un extremo, una cubierta protectora de plástico perforada en el otro extremo, y un acero inoxidable de alta densidad bola de acero apoyada en un cono circular de plástico en el interior.

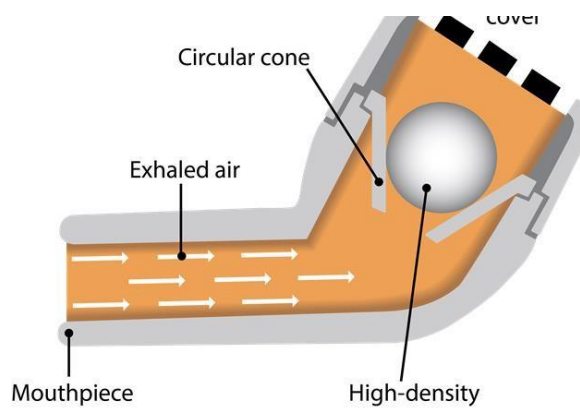


Ilustración 6.- Alternativa #3

2.3.1.1.1 Ventajas:

- Al utilizar el dispositivo se requiere inhalar y exhalar por la boca para que el aire que entra a los pulmones entre con presión y expulse la mucosidad.
- Es un dispositivo pequeño de fácil movilidad.

2.3.1.1.2 Desventajas:

- Es manual.
- No podemos usarlo en cualquier lugar.
- Se necesita tiempo y espacio para poder realizar el tratamiento.

2.4 Alternativa 4

2.4.1 Sistema chaleco vibratorio

Genera vibración y oscilación de la pared torácica de usuario, mediante módulos motorizados integrados, instalados en varias partes del chaleco. El paciente controla la velocidad y la frecuencia a la que los motores oscilan la región torácica mediante un controlador conectado al chaleco que puede incrementar o disminuir la intensidad para hacer frente al volumen de mucosa presente en las vías respiratorias, de acuerdo con las órdenes y prescripciones médicas.



Ilustración 7.- Alternativa #4

2.4.1.1.1 Ventajas:

- Al utilizar el dispositivo puede controlar la velocidad y el control de cada sistema.
- Es un dispositivo de fácil movilidad.
- Podemos usarlo en cualquier lugar sin necesidad de mantenerse encerrado.
- Es automático.
- Es impermeable.

2.4.1.1.2 Desventajas:

- Se lo debe usar encima de la ropa
- Debe recargarse para utilizarlo.

2.5 Criterios de selección

Una vez se han establecido las cuatro posibles alternativas se debió seleccionar la que cumple los requerimientos de diseño establecidos por los requerimientos del paciente en Ecuador como son el tamaño, dado que el equipo sería usado cuando el paciente tenga dificultad de respiración o una secuencia de uso en el día; ensamblaje, el equipo debe poder ser instalado sin afectar con fácil control de uso, Accesibilidad para mantenimiento, se debe considerar que durante su mantenimiento los pacientes

puedan realizar el mantenimiento en sus hogares y usar el servicio; Movilidad de equipos, los elementos del equipo deben poder ser accesibles en el país para poder ser accesibles para el fabricante, costo, debido a que uno de los requerimientos establecidos es que su fabricación se encuentre por debajo de los \$200,00. Y para poder cuantificar lo importante de cada criterio de selección del diseño de forma se procede a relacionarlos y establecer cuál será la importancia de cada uno mediante la tabla:

Criterio	Tamaño	Ensamble	Accesibilidad para mantenimiento	Movilidad	Costo	Total*4	Ponderación
Tamaño		0,5	0,5	1	0,5	10,00	0,26
Ensamblaje	0,5		1	0	0,5	8,00	0,21
Accesibilidad para mantenimiento	1	1		0	0	8,00	0,21
Movilidad de equipos.	1	0	0		0	4,00	0,11
Costo	0,5	1	0,5	0		8,00	0,21
Total						38,00	1,00

Tabla 4.- Matriz de ponderación para criterios de selección.

Para poder decidir cuál será la mejor solución se dan valores de 1, 3 y 5 según el requerimiento sea cubierto de forma regular, buena o muy buena respectivamente:

Alternativa	Tamaño	Ensamble	Accesibilidad para mantenimiento	Movilidad de equipos.	Costo	Total
Ponderación	0,26	0,21	0,21	0,11	0,21	1,00
1	5	3	2	3	4	3,52
2	5	3	2	4	4	3,63
3	5	3	3	3	4	3,73
4	3	4	5	5	5	4,27

Tabla 5.- Matriz de selección.

De la matriz anteriormente mostrada se concluye que la mejor alternativa es el número cuatro, ya que presenta el diseño más equilibrado en cuando a sus dimensiones, así como se llevará a cabo el proceso de ensamblaje, movilidad y proceso de extracción de mucosidad.

2.6 Materiales detallados del sistema.

2.6.1 Arduino UNO

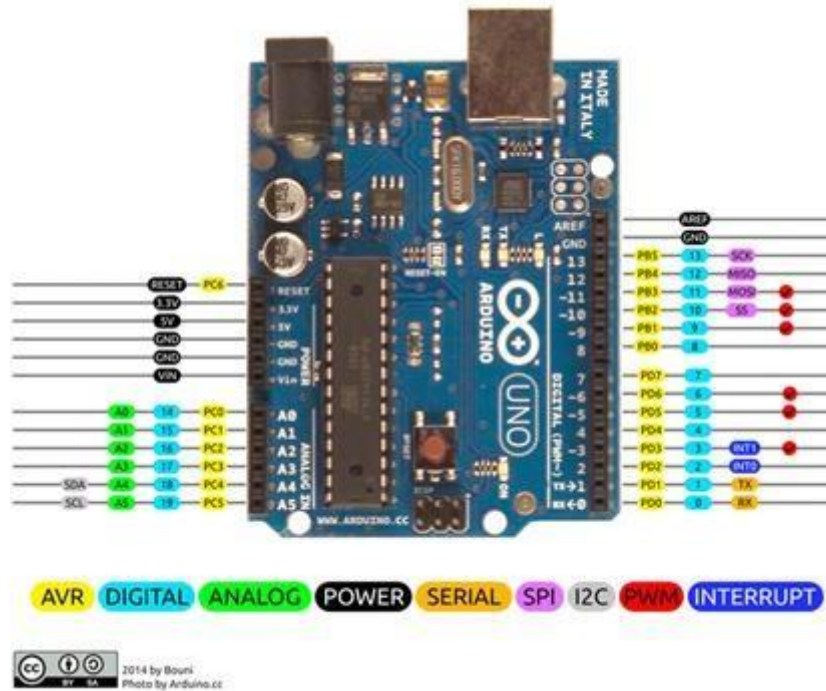


Ilustración 8.- Arduino Uno - Microcontrolador.

2.6.2 Descripción por Pin

Pin Category	Pin Name	Details
Power	Vin, 3.3V, 5V, GND	Vin: Voltaje de entrada del Arduino cuando se usa una fuente de alimentación externa. 5V: Fuente de alimentación regulada que se utiliza para alimentar el microcontrolador y otros componentes de la placa. 3.3V: 3.3V Suministro generado por regulador de voltaje abordo. El consumo máximo de corriente es de 50mA. GND: pins de Tierra.
Reset	Reset	Le da Reset al microcontrolador.
Pines Analógicos	A0 – A5	Se utiliza para proporcionar una entrada analógica en el rango de 0-5V.
Pines Entradas/Salidas	Pins Digitales 0 - 13	Se pueden utilizar como pines de entrada o salida.
Serial	0(Rx), 1(Tx)	Se utiliza para recibir y transmitir datos en serie TTL.
Interrupciones Externas	2, 3	Para activar una interrupción.
PWM	3, 5, 6, 9, 11	Proporciona salida PWM de 8 bits.
SPI	10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) and 13 (SCK)	Utilizado para comunicación SPI.
LED incorporado	13	Para encender el LED incorporado.
TWI	A4 (SDA), A5 (SCA)	Utilizado para la comunicación TWI.
AREF	AREF	Para proporcionar voltaje de referencia al voltaje de entrada.

Tabla 6.- Descripción por pin.

2.6.3 Especificaciones Técnicas del Arduino UNO

Microcontrolador	ATmega328P –microcontrolador de la familia AVR de 8 bits
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada recomendado	7-12V
Límites de voltaje de entrada	6-20V
Pines de Entrada Analógicos	6 (A0 – A5)
Pines Digitales E/S	14 (De los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Corriente DC en pines E/S	40 mA
Corriente DC en pin de 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (Se utilizan 0.5 KB para el cargador de arranque)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frecuencia (Velocidad del Reloj)	16 MHz

Tabla 7.- Especificación del microcontrolador seleccionado.

2.6.4 Esquema de conexión

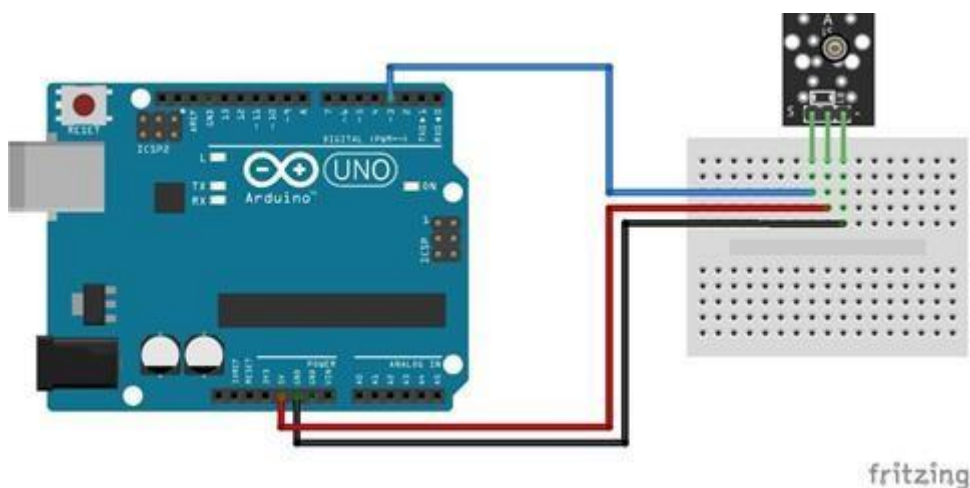


Ilustración 9.- Esquema de conexiones del microcontrolador con los motores de vibración.

2.6.5 Motor vibratorio

8 motor de vibración con carcasa de plástico DC 12V DC máquina de masaje de motor de vibración



Ilustración 10.- Motores de vibración.

- Tipo: motor de vibración.
- Dimensión: 67 x 57 x 29 mm.
- Voltaje: 12 V CC.
- Modelo del motor: R280.
- Corriente de carga: 90 mA.
- Corriente del rotor bloqueada: 300 mA.
- Velocidad: velocidad de carga por defecto 4200.
- Cable: 22 AWG, 100 mm-260 mm.

2.6.6 Cables Dupont Macho-Macho 20 cm



Ilustración 11.- Cable Dupont macho a macho.

Descripción

Con este cable Dupont macho a macho 20cm realiza tus conexiones de forma más profesional, sin soldaduras, sin falsos contactos y sin desorden. Los cables vienen en un arnés de cable plano de 40 conductores, cada uno con su conector independiente. Puedes separarlos todos y utilizarlos de manera individual.

Un cable Dupont para prototipos, es un cable con un conector en cada punta, que se usa normalmente para interconectar entre sí los componentes en una placa de pruebas. Se utilizan de forma general para transferir señales eléctricas de cualquier parte de la placa de prototipos.

Especificaciones

- 20 centímetros de longitud
- 40 piezas por arnés
- Conector Dupont Macho en ambos extremos
- Colores variados en el arnés
- Excelente conductividad eléctrica
- Espaciado estándar 0.1' (10 milésimas de pulgada) entre conexiones

Batería

Tensión taladro	12V
Velocidadsin carga	0- 350 / 0-1250rpm
Fuerza máx. torque	20NM
Portabrocas sin llave	3/8" 18+1
Tiempo de carga	2 Horas
Voltios de carga	110V120V ~ 60Hz con la batería de ion de litio 2 pcs

Tabla 8.- Características de la batería.

Módulo bluetooth Arduino HC-05



Ilustración 12.- Modulo de conexión bluetooth.

Características Hardware

Compatible con Arduino

Sensibilidad Típica: -80dBm.

Hasta +4 dBm de potencia de transmisión RF.

Fully Qualified Bluetooth V2.0 + modulation EDR 3Mbps.

Funcionamiento de bajo consumo.

PIO control.

Interfaz UART con velocidad de modulación en baudios programable.

Antena PCB Integrada.

Características del Software

Velocidad en baudios (Modo comandos AT): 38400, Bits de datos: 8, Bit de parada: 1, Paridad: Sin paridad.

Tasa de velocidad de modulación en baudios soportadas: 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800.

Auto conexión del dispositivo con la última configuración por defecto.

Permiso conectar el dispositivo emparejado de forma predeterminada.

Por defecto PINCODE: "1234".

Reconexión automática en 30 min cuando se desconecta como consecuencia de pérdida de conexión por salirse del rango de alcance.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Antes del encendido del equipo vibratorio es necesario tomar en cuenta las respectivas recomendaciones dadas por el médico encargado del tratamiento del paciente, debido a que esto repercute en gran parte a la correcta recuperación de la enfermedad que será tratada, una vez comprendida todas las medidas respecto al funcionamiento del equipo vibratorio y la finalidad de este, se podrá dar el uso respetivo con la enfermedad o tratamiento que el paciente requiera realizar.

Hay diferentes tipos de funciones integradas al equipo vibratorio, de tal manera que realice los tratamientos en tiempos y ciclos diferentes. Existen tratamientos que requieren más fuerza, como también que sean mas delicados, por ello el equipo cuenta con los diferentes ciclos y tiempos de descanso en su funcionalidad para que de esta manera pueda ser usado desde niños pequeños hasta adultos mayores.

3.1 Diseño de chaleco vibratorio.

EL chaleco vibratorio cuenta con 8 motores integrados de tal manera que se ubican en la parte posterior y trasera del paciente, cerca de los lóbulos superiores e inferiores de los pulmones, para los diferentes tratamientos.

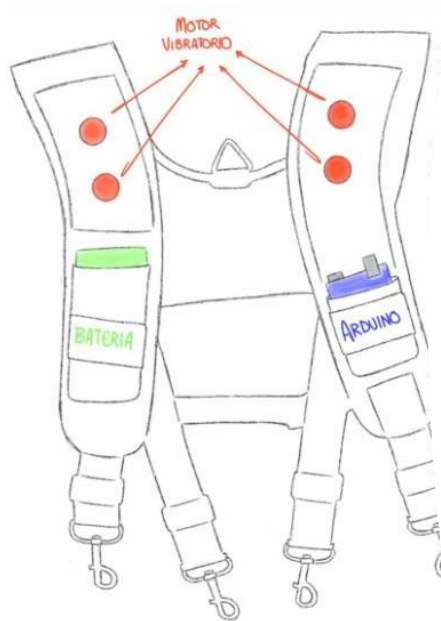


Ilustración 13.- Lungvest

El diseño físico del chaleco se asemeja a una bolsa para correr, para de esta manera dar una mayor movilidad al paciente que use el equipo vibratorio para el tratamiento de su enfermedad.

Las medidas existentes del chaleco Lungvest van desde el tamaño XXS (extra extrapequeño) hasta el XXL (extra extragrande) debido a que los pacientes que pueden usar el chaleco es desde los niños hasta los adultos mayores, con la debida prescripción médica.

Cuenta con un controlador que da las órdenes a los motores para que empiecen con el tratamiento, en los diferentes ciclos y tiempos de trabajo, dependiendo de la recomendación del médico.

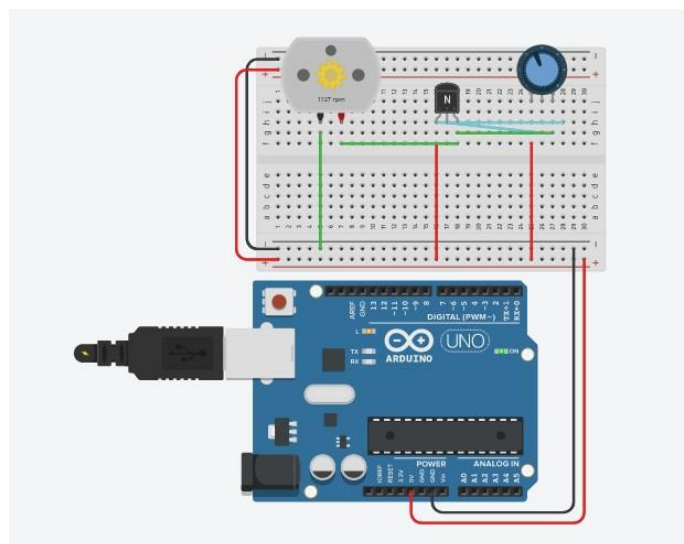


Ilustración 14.- conexiones de circuitos del sistema.

El circuito del motor vibratorio con el controlador Arduino, cuenta con amplificador para que de esta manera los motores funcionen con mayor potencia, y realicen una correcta vibración para el usuario o paciente que use el chaleco, también cuenta con un potenciómetro que ayudará a amentar o a disminuir la frecuencia si así el paciente lo requiera.

3.2 Resultados de simulación.

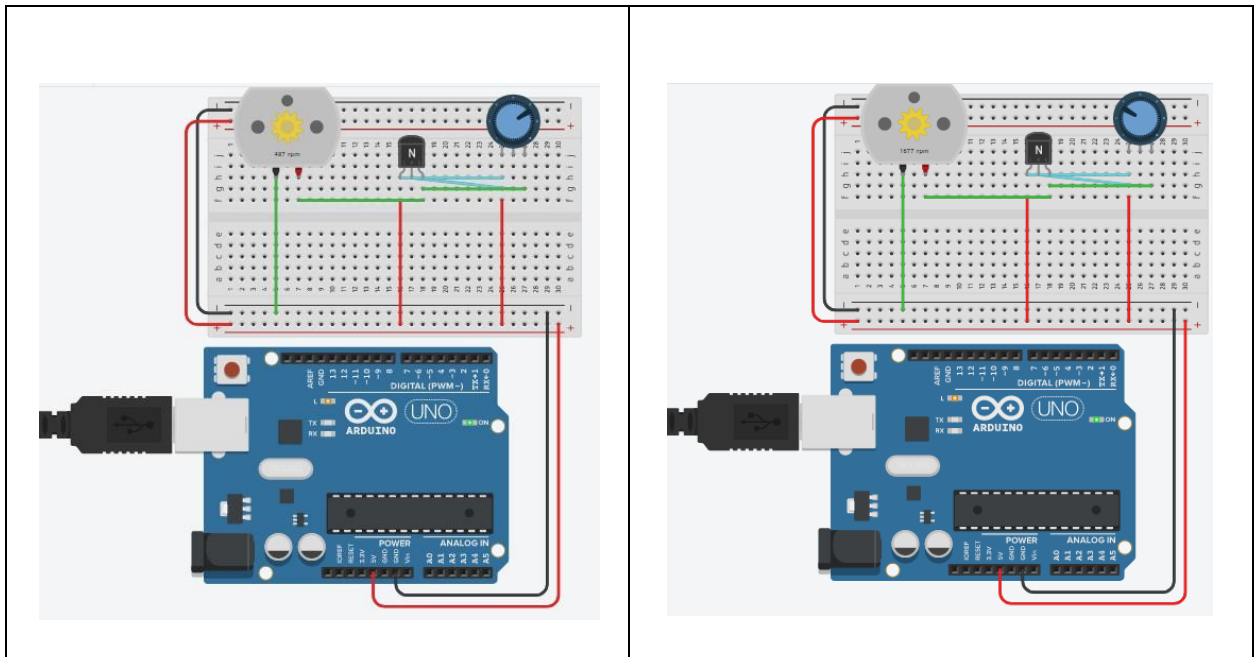


Ilustración 15.- Simulación de frecuencias.

Resultados realizados con simulación mostrando los diferentes valores de velocidad del motor con un controlador Arduino, regulando con un potenciómetro, dan frecuencias de 400 rpm (revoluciones por minuto) que es alrededor de 7 Hz y de 1100 rpm (revoluciones por minuto) que viene a ser alrededor de 18 Hz, los valores mostrados varían dependiendo del estado del potenciómetro al manipularlo.

3.3 Análisis de Costo.

Se representan los costos por materiales de manera unitaria y el precio total independiente por las cantidades necesarias para la implementación del chaleco vibratorio.

Cantidad	Elemento	Precio unitario	Precio total
8	motores vibratorios de carcasa de plástico	\$10.00	\$80.00
1	Microcontrolador	\$10.00	\$10.00
4	40 unidades Cables Dupont Macho-Macho 20 cm	\$2.50	\$10.00
1	Módulo bluetooth Arduino HC-05	\$6.50	\$6.50
1	Ingco 12v batería Litio 3/8	\$70.00	\$70.00
1	Mt3608 Elevador Tensión Usb Dc-dc Step Up Regulable 2a	\$2.50	\$2.50
1	Vade Gangas Bolsa para correr, chaleco táctico multifuncional,	\$18.85	\$18.85
	total	-	\$197.85

Ilustración 16.- Costos del producto.

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el presente proyecto se empleó un análisis sobre estudios respecto a afecciones respiratorias presentes en el Ecuador y de que manera son tratadas, los equipos necesarios para su tratamiento y el costo por cada equipo, dando como resultado el equipo propuesto, que llega a ser una menor inversión a equipos existentes.

4.1 Conclusiones

En base a la información recopilada respecto a las afecciones respiratorias, la calidad del aire presente en el país se concluyó que:

- El equipo vibratorio Lungvest propuesto es la solución para los tratamientos de afecciones respiratorias tanto en niños como en adultos mayores, debido a que este tratamiento va enfocado directamente a los pulmones de los pacientes dándoles buenos resultados en su uso.
- Los ciclos integrados en el equipo vibratorio Lungvest emite frecuencias alrededor de ~ 7 Hz – 18Hz mostrada en la sección de resultados, frecuencias acordes al tratamiento necesario para las enfermedades ya explicadas.
- El diseño físico del chaleco vibratorio Lungvest se realizó tomando en cuenta la necesidad y conformidad del paciente, las medidas proporcionadas van desde las tallas XXS hasta la XXL, desde la más pequeña hasta la más grande, debido a que los pacientes son desde niños hasta personas mayores.
- El costo de implementación del equipo es de menor valor a los equipos existentes en el mercado, esto se debe a que los materiales de construcción son económicos y de mucha oferta en el área de la electrónica del país.

Se usó un controlador de tipo Arduino con su lenguaje de programación, lo cual permitió crear una solución de bajo costo con una buena capacidad de rendimiento, con tareas de excelente eficiencia.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda tener en cuenta las instrucciones médicas dictadas por el doctor encargado del tratamiento del paciente, para que de esta manera no tenga complicaciones de salud.

Es de gran importancia entender que el uso del chaleco vibratorio solo es de ámbito médica y con su debida instrucción dictada al paciente, ya que la mala implementación del chaleco Lungvest puede causar complicaciones en la salud.

Para aprovechar la mayor eficiencia del equipo, es recomendable cumplir con todos los ciclos y tiempos recetados al usuario para su tratamiento de su afección respiratoria.

Al momento de darle una limpieza al equipo es recomendable seguir las correctas instrucciones de uso para su limpieza debido a que este equipo cuenta con circuitos eléctricos y materiales electrónicos.

BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Obtenido de <https://www.cff.org/PDF-Archive/En-Espa%C3%B1ol/Una-Introduccion-Al-Drenaje-Postural-Y-Percusion/>
- Dispositivos de terapias.* (s.f.). Obtenido de <https://bronchiectasis.com.au/physiotherapy/techniques/oscillating-positive-expiratory-pressure-therapy>
- Drenaje postural de los bronquios.* (s.f.). Obtenido de <https://empendium.com/manualmibe/chapter/B34.IV.24.19>.
- Fisioterapia respiratoria.* (s.f.). Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2580042/>
- Flutter.* (s.f.). Obtenido de <https://bronchiectasis.com.au/paediatrics/airway-clearance/flutter>
- Rehabilitación.* (s.f.). Obtenido de <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-adulto/fisioterapiaresp.pdf>
- Simulaciones.* (s.f.). Obtenido de <https://www.tinkercad.com/dashboard>
- Terapia PEP.* (s.f.). Obtenido de <https://www.stjude.org/es/cuidado-tratamiento/sabia-usted/procedimientos-examenes-y-sedacion/terapia-de-presion-esprioria-positiva-pep.html>
- Una introducción al drenaje postural y percusión.* (s.f.). Obtenido de <https://www.cff.org/PDF-Archive/En-Espa%C3%B1ol/Una-Introduccion-Al-Drenaje-Postural-Y-Percusion/>
- Uso de dispositivos vibratorios.* (s.f.). Obtenido de https://www.cochrane.org/es/CD006842/CF_uso-de-dispositivos-vibratorios-para-ayudar-los-pacientes-con-fibrosis-quistica-eliminar-la

APÉNDICES

Datos técnicos

Tensión nominal:	14.8 VCC
Peso:	Ligero entre ~2.268 – 3.856 kg.
Consumo Nominal:	Aproximadamente 30 W
Tamaños:	XSS (Extra extrapequeño) XS (Extrapequeño) S (Pequeño) M (Mediano) L (Grande) XL (Extragrande) XXL (Extra extragrande)

Condiciones de funcionamiento, transporte y almacenamiento.

Es necesario respetar las condiciones durante el funcionamiento, el transporte y el almacenamiento del producto Lungvest.

Condiciones de funcionamiento.

Cuando se esté utilizando el equipo de Lungvest, respetar las siguientes recomendaciones:

- Mantener el equipo seco.
- Almacenar el equipo protegido de la luz solar directa.
- Almacenar el chaleco Lungvest entre 5 °C y 35 °C, de 15 a 93 % de humedad relativa (sin condensación) y entre 700 y 1060 hPa.

Condiciones de almacenamiento y transporte cuando no se utiliza el equipo.

Al momento que no se este utilizando el equipo, respetar las siguientes condiciones.

- Mantener el equipo seco.
- Protegerlo de la luz solar directa.
- Es necesario retirar la batería del equipo Lungvest durante el transporte, ésta es desmontable.

- Mantener el chaleco Lungvest entre -20°C (sin control de humedad relativa) y 50°C (93% de humedad relativa, sin condensación),

Características de seguridad.

El equipo Lungvest está diseñado de tal manera que brinda la mayor seguridad al usuario o paciente, por lo tanto, cumple con las siguientes características de seguridad:

- Los motores integrados al chaleco funcionan con voltajes bajos y seguros.
- El controlador funciona de tal manera que cada ciclo y al apagado se accione con un temporizador y asegurar así cambios bruscos.
- El controlador contiene un fusible de seguridad en caso de algún problema eléctrico en el equipo, para su correcta protección.

Información para el usuario.

El equipo vibratorio debe utilizarse encima de la vestimenta que el usuario este utilizando o con algún tipo de protección de tela, para evitar la contaminación cruzada, entre distintos pacientes u el entorno en el cuál se esté. El equipo debe limpiarse de manera adecuada entre el uso por diferente usuarios o pacientes.

Es necesario tener en cuenta que la decisión de utilizar la unidad es de manera restringida y solo ordenada por parte de un médico, y tomar en cuenta que no es de uso debido para paciente con las siguientes observaciones:

- Cirugía de columna o lesión aguda de columna recientes.
- Cirugía de esófago reciente.
- Vías respiratorias sin control, en riesgo para la aspiración, tales como alimentación por sonda o comida reciente.
- Quemaduras, heridas abiertas e infecciones en la piel del tórax.
- Embarazo o madres lactantes.
- Fracturas de costillas, con o sin volet costal.
- Presunta tuberculosis pulmonar.
- Hipertensión sin control.
- Contusión pulmonar.
- Coagulopatía.
- Queja por dolor de pared torácica.

Indicaciones para el uso.

El equipo Lungvest se encarga de despejar las vías respiratorias y mejora el drenaje bronquial, mediante la optimización del movimiento de las secreciones bronquiales, tomando en cuenta la opción de manipulación externa del tórax que el médico indique.

Método.

El equipo Lungvest genera vibración y oscilación en la pared torácica del usuario, mediante el uso de motores vibratorios, instalados en varias partes del chaleco. El paciente controla la velocidad y la frecuencia a la que los motores oscilan la región torácica mediante un controlador conectado al chaleco que puede incrementar o disminuir la intensidad para hacer frente al volumen de la mucosa presente en las vías respiratorias del paciente de acuerdo a las órdenes y prescripciones médicas.

Aplicación.

El doctor puede recetarle el uso del equipo Lungvest, si presenta alguno de los siguientes trastornos:

- Fibrosis quística.
- Trastornos del diafragma.
- Esclerosis múltiple.
- Bronquiectasia.
- Efectos tardíos de la poliomielitis.
- Otras deficiencias de las enzimas circulantes.
- Enfermedad de las células de la asta anterior.
- Cuadriplejía.
- Distrofia muscular.
- Trastornos miotónicos.
- Miopatías.

Ajuste del Lungvest.

- Desabrochar los broches de ambos lados del Lungvest y estirarlos al máximo.
- Colocarse el Lungvest y asegurar ambos broches. Tirar firmemente de las correas de los broches para que el chaleco se ajuste bien al cuerpo, pero que a su vez no restrinja la capacidad de inhalar profundamente. Después de ajustarse, ambos

lados del Lungvest deben tener un espacio menor de 5". Pueden superponerse hasta por 1".

- Asegurar se de ajustar los botones en donde se encuentran ubicados los motores vibratorios del equipo Lungvest.

Aseo del equipo Lungvest.

El aseo del equipo Lungvest debe darse cuando se presente las siguientes situaciones:

- Cuando el equipo Lungvest presente suciedad de manera visible.
- Se recomienda asearlo entre uso de pacientes en los entornos del cuidado de múltiples pacientes.
- En el caso de que lo use un solo paciente se recomienda asearlo de manera mensual.

Para asear el equipo Lungvest, se utiliza un paño desinfectante de amplio espectro con capacidad para matar el 99.9% de virus y bacterias, con el uso del equipo de protección adecuado, incluidos guantes sin látex desechables, siguiendo las siguientes instrucciones con el uso de paños desinfectante:

1. Asegurarse de desconectar el equipo Lungvest de todas las fuentes de energía.
2. Retirar la batería de la bolsa de la batería y extraer el controlador de la bolsa del controlador.
3. Desabrochar ambos broches del chaleco para que se pueda extender, de esta manera se puede limpiar los bordes externos del equipo, comenzando con el área del cuello, siguiendo los bordes externos, alrededor de todo el equipo y repetir el proceso. Limpiar a fondo toda la tela expuesta, presionando las áreas con pliegues y repetir el proceso.
4. Girar el chaleco y repetir el mismo proceso, en este caso limpiar todas las zonas donde se guardan los componentes en este caso, la bolsa de la batería, la bolsa del controlador, los bordes donde van los conectores.
5. Limpiar de manera cuidadosa la batería, los cables y el controlador.

Información de advertencia de la batería.

- Nunca debe arrojarse la batería al fuego ni incinerarla.
- No se debe sumergir la batería en líquidos, tales como agua, agua salada o bebidas. Se debe evitar el contacto con los líquidos.

- La batería no es un juguete y debe mantenerse alejada de los niños y bebés.
- La batería no debe colocarse en el microondas ni someterla a presión. Puede hacer combustión y provocar humo y fuego.
- Nunca desmantelar la batería ya que esto podría causar cortocircuitos internos dando lugar a emisiones de gas, fuego y explosiones, u otros problemas.
- No se debe dejar caer la batería en una superficie dura.
- Los electrolitos y vapores de electrolitos dentro de la carcasa de las baterías de iones de litio pueden ser perjudiciales para los humanos. No intentar abrir la carcasa de la batería. Si la carcasa de la batería se rompe o se ve afectada evite el contacto directo con los electrolitos del interior. Si los electrolitos se ponen en contacto con la piel, ojos u otras partes del cuerpo, enjuague de inmediato con agua dulce y consulte con un médico lo más pronto posible.
- Almacene la batería en una superficie no combustible, no conductora y resistente al calor.
- No exponga la batería a la luz solar directa.

Medidas del chaleco.

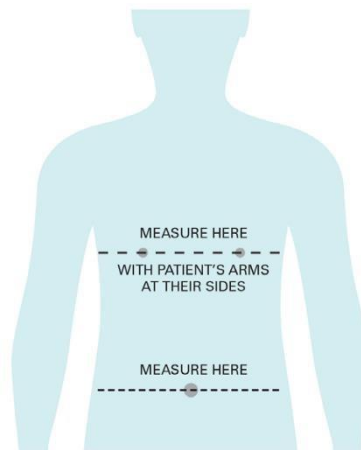
Tomar en cuenta los siguientes puntos, antes de elegir una medida del chaleco Lungvest:

- El ajuste y el tamaño variara de persona a persona.
- Usando las correas de ajuste del chaleco Lungvest deberá ajustarse muy bien en el pecho, pero sin limitar la capacidad del paciente para poder realizar reparaciones largas y profundas.
- De ser necesario para un correcto funcionamiento de los motores vibratorios, ajustar el chaleco para que estos queden de manera que se encuentren en la parte superior del pecho.

Talla	Medida corporal
XXS	18"-23" (46 – 58 cm)
XS	23"-29" (58 – 74 cm)
S	29"-35" (74 – 89 cm)
M	35"-41" (89 – 104 cm)
L	41"-48" (104 – 122 cm)

XL	48"-55" (122 – 140 cm)
XXL	55"-65+" (140 – 165+ cm)

Una superposición de 2.5 cm (1 pulgada) de verticales del chaleco Lungvest es aceptable los tamaños y un espacio entre 1 a 5 pulgadas cm) entre los lados del chaleco también es para todos los tamaños.



las costuras para todos (2.5 a 13 cm) es aceptable

Programación de Arduino para control de motores.

Este código es para activar el motor de vibración con un voltaje o temperatura. En este caso utilizamos un potenciómetro para activar el motor de vibración cuando el voltaje alcanza cierto valor necesario para que este sea accionado.

```
#define vibOutPin 2
#define voltagePin A0
#define VCC2 8
void setup() {
  pinMode(vibOutPin,OUTPUT);
  pinMode(VCC2,OUTPUT);
  digitalWrite(VCC2, HIGH);//5V for potentiometer
  Serial.begin(9600);
  Serial.println;
  Serial.println("Vibration motor test");
}
void loop() {
  int potValue =analogRead(voltagePin);
  float voltage =potValue*(5.0 / 1023.0);
  Serial.print("Voltage: ");
  Serial.print(voltage,2);
  Serial.println("V");
  if(voltage > 3.8){
    vibrate();
  }else{
    stop();
  }

  delay(200);
} // loop
```

```

void vibrate(){
    digitalWrite(vibOutPin,HIGH);
    delay(2000);
    digitalWrite(vibOutPin, LOW);
    delay(600);
    digitalWrite(vibOutPin,HIGH);
    delay(2000);
    digitalWrite(vibOutPin, LOW);
    delay(600);
    digitalWrite(vibOutPin,HIGH);
    delay(2000);
    digitalWrite(vibOutPin, LOW);
    delay(600);
} //vibrate end

void stop(){
    digitalWrite(vibOutPin, LOW);
}

```

Programación para conexión de bluetooth mediante Arduino

Se recomienda antes de cargar el programa al Arduino tener desconectado el módulo de bluetooth y al momento de activarlo conectarlo como se indica en el diagrama de conexión del módulo de bluetooth.

```

#define CHARACTER_INICIO_CMD '*'
#define CHARACTER_FINAL_CMD '#'
#define CHARACTER_DIV_CMD '|'
#define ESCRITURA_DIGITAL_CMD 10
#define ESCRITURA_ANALOGA_CMD 11
#define TEXTO_CMD 12
#define LECTURA_ARDUDROID_CMD 13
#define MAX_COMMAND 20
#define MIN_COMMAND 10
#define LONGITUD_ENTRADA_STRING 40
#define ESCRITURA_ANALOGICA_MAX 255
#define PIN_ALTO 3
#define PIN_BAJA 2

```

```
String inText;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("LUNGVEST");
  Serial.flush();
}

void loop()
{
  Serial.flush();
  int ard_command = 0;
  int pin_num = 0;
  int pin_value = 0;

  char get_char = ' '; //lee serial

  // esperar a que los datos entren
  if (Serial.available() < 1) return; // si no hay datos en el serial retornar al Loop().
  // analizar entrada de indicador de inicio de comando
  get_char = Serial.read();
  if (get_char != CHARACTER_INICIO_CMD) return; // si no hay indicación de inicio del
sistema, volver loop ().
  // parse incoming command type
  ard_command = Serial.parseInt(); // read the command

  // analizar el tipo de comando entrante
  pin_num = Serial.parseInt(); // leer el pin
  pin_value = Serial.parseInt(); // leer el valor
```

```
// 1) OBTENER COMANDO DE TEXTO PARA APLICACIÓN
```

```
if (ard_command == TEXTO_CMD){  
  inText = ""; // borra variable para nueva entrada  
  while (Serial.available()) {  
    char c = Serial.read(); // recibe un byte de la memoria intermedia serie  
    delay(5);  
    if (c == CHARACTER_FINAL_CMD) { // si la cadena completa ha sido leida  
      // add your code here  
      break;  
    }  
    else {  
      if (c != CHARACTER_DIV_CMD) {  
        inText += c;  
        delay(5);  
      }  
    }  
  }  
}
```

```
// 2) OBTENER DATOS DE digitalWrite APLICACIÓN
```

```
if (ard_command == ESCRITURA_DIGITAL_CMD){  
  if (pin_value == PIN_BAJO) pin_value = LOW;  
  else if (pin_value == PIN_ALTO) pin_value = HIGH;  
  else return; // error en el valor de PIN. regresar.  
  set_digitalwrite( pin_num, pin_value); // Eliminar el comentario de esta función  
  para utilizarla  
  return; // regrese al inicio de loop()  
}
```



```

// 3) GET analogWrite DATA FROM APLICACION
if (ard_command == ESCRITURA_ANALOGA_CMD) {
    analogWrite( pin_num, pin_value );
    // add your code here
    return; // Done. return to loop();
}

// 4) Enviar datos a APLICACION
if (ard_command == LECTURA_APLICACION_CMD) {
    // char send_to_android[] = " Coloca el texto aquí." ;
    // Serial.println(send_to_android); // Ejemplo: Envío de texto
    Serial.print(" Analogo 0 = ");
    Serial.println(analogRead(A0)); // Ejemplo: Leer y enviar valor analógico del Pin de
    Arduino
    return; // Listoe. regrese al loop();
}
}

// 2a) seleccionar el pin # solicitado para la acción digitalWrite
void set_digitalwrite(int pin_num, int pin_value)
{
    switch (pin_num) {
    case 13:
        pinMode(13, OUTPUT);
        digitalWrite(13, pin_value);
        // adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino
        break;
    case 12:
        pinMode(12, OUTPUT);
        digitalWrite(12, pin_value);
        // adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino
        break;
    }
}

```

case 11:

```
pinMode(11, OUTPUT);  
digitalWrite(11, pin_value);  
// adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino  
break;
```

case 10:

```
pinMode(10, OUTPUT);  
digitalWrite(10, pin_value);  
// adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino  
break;
```

case 9:

```
pinMode(9, OUTPUT);  
digitalWrite(9, pin_value);  
// adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino  
break;
```

case 8:

```
pinMode(8, OUTPUT);  
digitalWrite(8, pin_value);  
// adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino  
break;
```

case 7:

```
pinMode(7, OUTPUT);  
digitalWrite(7, pin_value);  
// adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino  
break;
```

case 6:

```
pinMode(6, OUTPUT);  
digitalWrite(6, pin_value);  
// adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino  
break;
```

case 5:

```
pinMode(5, OUTPUT);  
digitalWrite(5, pin_value);  
// adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino  
break;
```

```
case 4:
    pinMode(4, OUTPUT);
    digitalWrite(4, pin_value);
    // adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino
    break;
case 3:
    pinMode(3, OUTPUT);
    digitalWrite(3, pin_value);
    // adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino
    break;
case 2:
    pinMode(2, OUTPUT);
    digitalWrite(2, pin_value);
    // adicione su código aquí, para este número de pin del Arduino
    break;
    // por defecto
    // si nada más fue seleccionado, hacer el defecto (default)
    // default es opcional
}
}
```

