VENTILADOR MECÁNICO PULMONAR EJÉKAT-V1.0

Descripción de Principales Funciones de Desempeño y Funcionamiento

Fecha: 24 de abril, 2020

Nombre de documento: EJÉKAT-SPECS-V3

Autor: Equipo de Proyecto UFG y Asociados

DECLARACIÓN DE PROPIEDAD INTELECTUAL

La Universidad Francisco Gavidia (en adelante llamada UFG) es la propietaria de los derechos de propiedad intelectual de este producto UFG y de este descriptivo. El cual puede hacer referencia a información protegida por derechos de autor o patentes y no transmite ninguna licencia bajo los derechos de patente o copyright de UFG o de otros.

UFG pretende mantener el contenido de este manual como información confidencial. Queda estrictamente prohibida la divulgación de la información de este manual de cualquier forma sin el permiso por escrito de UFG. La divulgación, enmienda, reproducción, distribución, alquiler, adaptación, traducción o cualquier otro trabajo derivado de este manual de cualquier manera sin el permiso escrito de UFG está estrictamente prohibido.

EJÉKAT 1.0, es la marca registrada de UFG en El Salvador y otros países. Todas las demás marcas comerciales que aparecen en este manual se utilizan únicamente con fines informativos o editoriales. Son propiedad de sus respectivos dueños.

ÍNDICE

1. Glosario 5
2. Introducción 6
3. Objetivos principales del desarrollo 8
4. Equipo de desarrollo 9
5. Características principales del equipo 10
4.1 Alcances 10
4.1.1 Volumen tidal 10
4.1.2 Frecuencia respiratoria 10
4.1.3 Presión residual (PEEP) 10
4.1.4 Presiones máximas 10
4.1.5 Asimetrías entre ciclos de inhalación y espiración 10
4.1.6 Tiempo de operación continua 10
4.1.7 Características de gases de suministro 11
4.1.8 Alarmas 11
4.1.9 Condiciones de operación interna y externa 11
4.2 Limitaciones 11
4.2.1 No posee sensores de presión integrados 11
4.2.2 Diseño para una bolsa AMBU específica 12
4.2.3 Condiciones atmosféricas 12
4.3 Dispositivos externos necesarios 12
4.3.1 Suministro de mezclas de oxígeno superiores al 21% 12
4.3.2 Humidificador de aire de inspiración 13
4.3.3 Filtros de aire de inspiración y expiración 14
4.3.4 Válvula PEEP 15
6. Descripción del dispositivo EJÉKAT 1.0 16
Antecedentes 16
5.1 Módulo mecánico 18
5.1.1 Chasis de integración 19
5.1.2 Componentes del módulo mecánico 20
5.1.3 Planos de diseño mecánico 22
5.1.4 Materiales 23

5.1.4 Herramientas 25
5.2 Módulo de control eléctrico 26
5.2.1 Componentes del módulo de control eléctrico 26
5.2.3 Diagrama del módulo de control eléctrico 28
5.2.3 Herramientas 28
5.3 Módulo de suministro de energía 28
5.3.1 Módulo de alimentación 220V AC 28
5.3.2 Transformador de 110V a 220V 29
5.3 Módulo de Control Digital (GUI) 30
5.4.1 Pantalla principal de terapia de pacientes 30
5.4.2 Pantalla de calculadora de terapia respiratoria 32
7. 6. Recursos utilizados en la fase de desarrollo 33
Listado de materiales 33
6.1.1 Materiales mecánicos 33
6.1.2 Materiales eléctricos 33
6.1.3 Materiales electrónicos 33
8. 7. Presupuesto de materiales Prototipo 34
7.1 Tiempos de entrega de materiales 34
7.2 Presupuesto de materiales 34
9. Líneas base de tiempo para producción 35
9. Mapa de actores del proyecto 35
10. Agradecimientos 36
11. ANEXOS 37
ANEXO 1: Copia de presentación realizada para Secretaría de Innovación de GOES, el día 3 de abril de 2020 37
ANEXO 2: Planos de diseño mecánico 39

1. Glosario

Término	Significado
AMBU (Air Mask Bag Unit)	Air Mask Bag Unit por sus siglas en inglés, es un equipo de emergencia que permite ventilar manualmente un paciente en estado inconsciente.
Asimetrías de ciclos de inhalación Ciclos de respiración exsuflación	Relación de duración entre la inspiración y la espiración (I:E), lo normal es 1:2, significa que de acuerdo a la frecuencia respiratoria 1 tercio del tiempo se utiliza en la inspiración y 2 tercios en la espiración.
Condiciones atmosféricas	Es una parte de la definición del clima. Las condiciones atmosféricas medias se refieren a los periodos de precipitación (lluvia), nubosidad, vientos, presión atmosférica, temperatura y humedad, principalmente, que pueden identificarse en una región al medir estos factores por un periodo largo de tiempo.
DUPLEX	Nombre clave para la versión del EJÉKAT 1.0 que tiene capacidad para 2 mecanismos AMBU
EJÉKAT	Palabra proveniente del Náhuatl cuyo significado es viento
Frecuencia respiratoria	Número de respiraciones que efectúa un ser vivo en un lapso específico (se expresa en ciclos/minuto).
GOES	Gobierno de EL Salvador.
Humidificador	Dispositivo que permite mantener humedad en el aire que ingresa al paciente. Durante la ventilación mecánica invasiva, el gas inhalado carece de la humedad y temperatura que le proporciona la vía aérea natural. Esto puede provocar daño en el epitelio bronquial, atelectasias, sequedad de las secreciones y obstrucción del tubo endotraqueal.
MINSAL	Ministerio de Salud.
Pausa inspiratoria	Es el tiempo en el cual el flujo de aire es cero entre la inspiración y espiración.
Presión pico	Es la presión obtenido justo al final de la insuflación
Presión residual	Presión positiva al final de la espiración (PEEP por sus siglas en inglés), es una técnica mecánica que se utiliza para mantener una presión mínima en los pulmones que permite mantener los alvéolos abiertos para el intercambio de oxígeno con la sangre.
UFG	Universidad Francisco Gavidia.
Volumen Tidal	Es la cantidad de aire que es desplazado a lo largo de la inhalación y exhalación normal, en otras palabras, la cantidad de aire que se respira a lo largo de la respiración normal.

2. Introducción

La Universidad Francisco Gavidia, en colaboración con diferentes actores de la empresa privada[1] y del Gobierno de El Salvador (GOES)[2], ha desarrollado e integrado los mecanismos y sistemas de control necesarios para automatizar la operación de un ventilador manual de emergencia, comúnmente conocido como “Bolsa AMBU”.

El resultado de dicho desarrollo es un prototipo de Ventilador Mecánico Pulmonar, al cual se le ha asignado el acrónimo de EJÉKAT, que permite brindar ventilación pulmonar **forzada** a pacientes con serias deficiencias respiratorias, incluyendo pacientes afectados por la enfermedad COVID-19 pertenecientes al **Grupo 3** acorde a clasificación de MINSAL (ver tabla 1), mediante el control digital de la frecuencia respiratoria, volumen y flujo del aire suministrado al paciente[3].

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PROTOCOLO	PRIORIDAD
Grupo 3 Deficiencia respiratoria severa; pueden ó no tener comorbilidades asociadas.	Pacientes que cumplen con la definición de caso sospechoso de COVID-19, más signos de dificultad respiratoria grave, con alguna de siguiente condición: Tirajes subcostales y sub-diafragmáticos Cianosis Aleteo nasal Letárgico o inconsciente Incapacidad para beber o comer Vómitos persistentes Hipotensión Oximetría del pulso anormal Deterioro súbito del estado hemodinámico y ventilatorio Signos de peligro en niños No puede beber o tomar el pecho Vomita todo Presenta convulsiones Letárgico o inconsciente Síntomas adicionales que el médico considere que agraven el cuadro clínico	Hospitalización y manejo en cuidados críticos	III/ rojo Atención de forma inmediata

Tabla 1. Descripción del Grupo 3, de acuerdo a Sistema de Clasificación de Grupos Clínicos, manejo y prioridad, para la emergencia COVID-19- Según lineamientos técnicos para la atención clínica de personas con enfermedad COVID-19 (MINSAL, 2020), los pacientes son clasificados en 3 grupos diferenciados por el nivel de gravedad del paciente al momento de la atención. Por las características del EJÉKAT V1.0, el uso este equipo se limita para pacientes pertenecientes al grupo 3.

[1] Termoencogibles S.A. de C.V, Ingeniería y Distribución S.A de C.V (IDSA), Servicios Industriales Carranza, ElecrolabMedic S,A. de C,V, Universidad José Simeón Cañas (UCA).

[2] Secretaría de Innovación del Gobierno de El Salvador

[3] En su versión actual (EJÉKAT V1.0), el equipo no controla de manera directa las presiones de aire suministradas al paciente. El sistema de control digitalizado del EJÉKAT sin embargo permite integrar sensores y actuadores adicionales en futuras versiones del equipo, con el potencial de conllevar el presente desarrollo a un ventilador automático de respiración asistida en futuros desarrollos (EJÉKAT V2.0).

En este documento se describen las principales características de este desarrollo, incluyendo el principio y los parámetros de funcionamiento, la descripción detallada de su diseño, incluyendo las características técnicas de sus componentes, así como como las fuentes de suministro, líneas base de costos y tiempos de entrega de estos últimos, con el objetivo de brindar la información necesaria para iniciar la producción de EJÉKATS en pequeñas series (100 unidades).

Basándose en los lineamientos técnicos para la atención clínica de personas con enfermedad COVID-19 (MINSAL, 2020). Entregados a todo el equipo médico involucrado para la atención de los pacientes en esta crisis de la pandemia COVID-19, se presenta una solución de automatización con sistema servomotor para un control más exacto de los parámetros relacionados a una terapia respiratoria, con el fin de brindar un equipo de urgencias respiratorias de manera **momentánea**, y **no permanente** para el paciente, generando una ventilación forzada y controlada por el equipo, controlando parámetros médicos relacionados a la ventilación mecánica **volumen tidal y frecuencia respiratoria** todos estos parámetros serán proporcionados por el medico encargado del paciente.

La clasificación del paciente para el uso del asistente respiratorio tipo AMBU tiene que ser un **paciente pasivo** para técnica de soporte tipo **Ventilación Mecánica Controlada** que se describe a continuación:

El EJÉKAT V1.0 proporciona un volumen corriente que se ha determinado previamente **independiente** de los impulsos ventilatorios del paciente. Se usa tanto en volumen control. Como ventajas destaca que es útil en pacientes sin impulso ventilatorio estén o no bajo efectos de sedación (paro respiratorio, intoxicación por drogas depresoras del centro respiratorio, muerte encefálica, anestesia general, coma estructural). Como inconvenientes del uso de esta atrofia de músculos 11 respiratorios y la necesidad de suprimir el impulso ventilatorio para evitar asincronías entre respirador y paciente.

Estos aspectos de clasificación de pacientes se basarán en los **lineamientos técnicos para la atención clínica de personas con enfermedad COVID-19** (MINSAL, 2020)**,** por lo que con las características del asistente diseñado se ha determinado que los pacientes pertenecientes al grupo 3 de dichos lineamientos (ver *Tabla 1*) son los que podrán ser remitidos al uso del asistente respiratorio tipo AMBU, ya que cumplirán con la condición de **paciente pasivo.**

3. Objetivos principales del desarrollo

A continuación, se detallan los objetivos principales objetivos del presente desarrollo, presentados en reunión con representantes de GOES[4]

- Diseñar y construir un prototipo que permita la ventilación forzada a pacientes pasivos, mediante la automatización de una bolsa de emergencia AMBU, eliminando el error humano al presionar con irregularidad, y reduciendo la fatiga de un paramédico, liberando la estancia obligatoria del mismo durante la terapia.

- Desarrollar en El Salvador, dichos resucitadores automatizados de bajo costo, que pueden ser producidos mediante recursos y conocimientos localmente disponibles, en pequeños lotes de hasta 100 unidades.

- Asegurar que estos dispositivos pueden salvar vidas de personas con graves dificultades para respirar, al punto de tener que ser sometidos a respiración artificial, como puede ser el caso para algunos pacientes que padecen de la enfermedad conocida como COVID-19, pero también en otras aplicaciones.

- Asegurar que estos dispositivos sean seguros y no representen riesgos adicionales para los pacientes.

[4] Reunión sostenida en instalaciones de CIFCO, realizada el día 3 de abril de 2020. Copia de la presentación realizada en ANEXO 1

4. Equipo de desarrollo

El prototipo es un esfuerzo en conjunto por la academia y la empresa privada, liderado por la Universidad Francisco Gavidia apoyada por Termoencogibles S.A. de C.V para la Gestión del Proyecto, así como diferentes proveedores de servicios especializados como IDSA (provisión e integración de equipos industriales), Servicios Industriales Carranza (fabricación digital de piezas metálicas acorde a diseño).

Los principales actores del proyecto se detallan a continuación (ver Tabla 2):

N°	NOMBRE	INSTITUCIÓN	FUNCIÓN
1	Oscar Picardo	UFG	Diseño conceptual y comunicaciones
2	Rainer Christoph	UFG	Gerencia de proyecto
3	Ximena Guadalupe Velásquez	Termoencogibles S.A de C.V	Coordinación de proyecto
4	Wolfgang Christian Büscher	UFG	Diseño mecánico
5	Max Barillas	UCA	Modelaje FEA de piezas cruciales verificación de mecanismos
6	Romeo Alexander Muñoz Rodríguez	UFG	Fabricación mecánica y ensayos
7	Ever Ali Aguilar Artiga	Ingeniería y Distribución S.A de C.V	Diseño eléctrico y electrónico
8	Massimo Brugnolaro	Mecatrónico Independiente	Consultoría diseño mecánico
9	Angel Alberto Hernández Vásquez	UFG	Documentación
10	Jonathan Stanley Ventura Luna	UFG	Proveeduría y reportes
11	Kelly Cortez	UFG	Recopilación de literatura y comunicación de medios
12	Arnulfo Josué Mazariego Calderón	Termoencogibles S.A de C.V	Planificación y proveeduría
13	Fidel Alexander Hernández González	Mecatrónico Independiente	Desarrollo de mecatrónica
14	Ahmed Alejandro Carranza García	Servicios Industriales Carranza	Fabricación de piezas mecánicas
15	José Francisco Beltrán	Ingeniería y Distribución S.A de C.V	Programación
16	Brayan José López Álvarez	Ingeniería y Distribución S.A de C.V	Ensamble de tablero de control

Tabla 2. *Nombres de participantes en el proyecto de desarrollo del Ventilador Mecánico EJÉKAT Versión 1.0, incluyendo afiliaciones y funciones específicas en el proyecto.*

5. Características principales del equipo

A continuación, se describen las capacidades del EJÉKAT en su versión actual, así como sus limitaciones y equipo adicional que no viene implementado dentro del mismo.

4.1 Alcances

En su versión actual, el ventilador EJÉKAT suministra **respiración forzada**, para pacientes sedados ó inconscientes, mediante el control de los siguientes parámetros:

4.1.1 Volumen tidal

El equipo proporciona un volumen tidal[5] regulable, calculado en función del peso del paciente (4-8 ml/Kg), alcanzando un máximo de 750ml por ciclo individual y volúmenes de inspiración total de 4-8 litros por minuto.

4.1.2 Frecuencia respiratoria

La frecuencia de suministro de aire es regulable, a valores de 0 (cero) a 24 ciclos por minuto.

4.1.3 Presión residual (PEEP)

Regulable por medio de válvula PEEP integrada en bolsa AMBU, a valores entre 4 y 26 cm de columna de agua (cmH_2O)

Nota importante: En su versión actual (EJÉKAT 1.0) el ventilador no cuenta con un sistema de regulación directa de la presión de aire aplicada al paciente, por lo cual, tampoco permite regular la presión residual (PEEP).

4.1.4 Presiones máximas

El equipo cuenta con la potencia suficiente de generar presiones pico de 50 cmH_2O aplicables a pacientes, e incluso alcanzar los valores de presión que activan la válvula de escape de la bolsa AMBU.

Nota importante: En su versión actual (EJÉKAT 1.0) la presión pico no es algo que se programa en el ventilador, es la presión resultante del paso del volumen tidal a través de la gran vía aérea. La medición directa de las presiones que se producen en la gran vía aérea está contemplada para futuras versiones del equipo.

4.1.5 Asimetrías entre ciclos de inhalación y espiración

El dispositivo es capaz de generar diferentes flujos individuales durante los ciclos de insuflación, exsuflación y pausa inspiratoria.

4.1.6 Tiempo de operación continua

Para el caso de su aplicación ventilador de respiración **forzada**, el equipo es capaz de operar sin interrupción durante un máximo de 48 horas.

---

[5] **Volumen tidal**. El **volumen** corriente (VC) o **volumen tidal** (VT, o TV por sus siglas en inglés de **Tidal volume**), es la cantidad de aire que es desplazado a lo largo de la inhalación y exhalación normal, en otras palabras, la cantidad de aire que se respira a lo largo de la respiración normal.

4.1.7 Características de gases de suministro

El equipo requiere implementar externamente las soluciones necesarias para:

a. Regular la capacidad de los porcentajes de oxigeno (21% a 100%) (requiere el uso de un equipo externo)
b. Humidificación (requiere el uso de un equipo externo)
c. Filtración de gases de inhalación y de expiración (requiere el uso de un equipo externo)

4.1.8 Alarmas

El dispositivo cuenta con la señalización óptica de las siguientes alarmas y modos de operación. En caso de alcanzar la vida útil de un componente, i.e. Bolsa AMBU, motor (rojo), actuadores mecánicos(rojo)[6].

a. Alarma por presión excesiva (rojo)
b. Alarma por necesidad de mantenimiento (amarillo)
c. Indicador de funcionamiento correcto (verde)
d. Alarma de cambio de la bolsa AMBU (amarillo)
e. Alarma por fallo mecánico de motor (rojo)

4.1.9 Condiciones de operación interna y externa

El EJÉKAT 1.0 permite aplicar diferentes condiciones de operación mediante

I. **control interno**, mediante funciones de control integradas en el equipo, y el
II. **control externo** de aquellos parámetros controlados por equipos periféricos

Parámetros regulados por control interno, integrado en EJÉKAT V1.0	Parámetros regulados por control externo de equipos periféricos
Volumen tidal	Mezcla de O_2
Frecuencia respiratoria	Presión residual ó PEEP
Asimetría de respiración (por defecto 1:2)	Válvula de retorno
Flujos respiratorios (control indirecto, mediante contro de volumen y frequencia resptiratoria)	Humidificador de aire

Tabla 3. Desglose de parámetros de operación de VEPU V1.0, reguladas por control interno integrado en equipo y de control externo, realizado mediante equipos periféricos.

4.2 Limitaciones

En su versión actual (EJÉKAT 1.0), el equipo presenta las siguientes limitantes:

4.2.1 No posee sensores de presión integrados

En su versión actual (EJÉKAT 1.0), el EJÉKAT no posee sensores de presión integrados en el equipo, por lo cual:

a. La presión máxima es controlada por la válvula de escape de la bolsa AMBU **únicamente**.

[6] Nota: Se realizarán pruebas destructivas para determinar la vida útil del mecanismo AMBU

b. El equipo EJÉKAT 1.0 **no permite controlar la presión residual, ó PEEP**, durante la ventilación (PEEP).
c. El equipo EJÉKAT 1.0 **no permite brindar respiración asistida**, por lo tanto:
    i. El EJÉKAT 1.0 no puede sustituirse por un ventilador mecánico comercial
    ii. El EJÉKAT es un equipo para brindar respiración forzada en caso de emergencia solamente y durante tiempos no prolongado (max. 48 horas)

4.2.2 Diseño para una bolsa AMBU específica

En su versión actual (EJÉKAT 1.0), el equipo está diseñado para funcionar con la bolsa marca HEMC, modelo 70-555-01, el uso de otras bolsas, requiere ajustes mecánicos, así como una **recalibración** del equipo por medio de personal autorizado.

4.2.3 Condiciones atmosféricas

El desempeño del equipo está calibrado para operar bajos las condiciones atmosféricas promedio que rigen en la ciudad de San Salvador, El Salvador. Cambios de ubicación del equipo a lugares con diferentes condiciones de temperatura, humedad y presión atmosférica pueden requerir una **recalibración** del equipo por medio de personal autorizado.

4.3 Dispositivos externos necesarios

Los dispositivos que no vienen incluidos, y que se consideran necesarios para complementar las funciones del equipo, son los siguientes:

4.3.1 Suministro de mezclas de oxígeno superiores al 21%

Para el suministro de mezcla de oxígeno diferentes al 21% (ambiente), es necesario conectar un tanque de oxígeno con un mezclador de gases. La Figura 1 muestra un ejemplo de dicho accesorio.

Figura 1. Imagen de un mezclador de gases marca Sechrist Modelo 20457-1 con una exactitud de +3%, flujo máximo de 40 LPM, rango de FIO_2 .21 +0.1 a 1.0 -0.1 y rango de suministro de gas de 50 psi + 10psi , el cual puede ser agregado al sistema EJÉKAT para controlar el porcentaje de oxígeno al paciente.

4.3.2 Humidificador de aire de inspiración

Durante el funcionamiento de un humidificador pasivo, siempre hay una pérdida neta de calor y humedad (Cruz Moya, 2008). El control de humedad del aire suministrado al paciente se realiza mediante humificadores.

Existen dos tipos de humidificadores de aire que pueden aplicarse al EJÉKAT, humidificador con calentamiento y humificador pasivo. En la Figura 2 se detallan sus ventajas y desventajas de estos dos conceptos.

DISPOSITIVO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
HUMIDIFICADORES CON CALENTAMIENTO	Aplicación universal Amplios intervalos de temperatura y humedad Alarmas Vigilancia de la temperatura Confiabilidad	Costo Utilización de agua Condensación Riesgo de contaminación del circuito de sobrecalentamiento Posibilidad baja de choque eléctrico y quemaduras
HUMIDIFICADORES PASIVOS O NARICES ARTIFICIALES	Costo Operación pasiva Sencillez de uso Eliminación de la condensación Portátil	No es aplicable a todos los pacientes Aumento del espacio muerto Aumento de la resistencia Potencial de oclusión (Chen, TY 1994)

Figura 2. Ventajas y desventajas de los tipos de humidificadores disponibles para ventilación mecánica. Fuente: (Cruz Moya, 2008)

4.3.3 Filtros de aire de inspiración y expiración

Se debe utilizar un filtro bacteriano/viral durante la ventilación compatible con la manguera de conexión al paciente.

Existen dos tipos de filtros para bacterias/virus: mecánico (ver Figura 3) y electrostáticos (ver Figura 4). Los primeros detienen físicamente las partículas gracias a pequeños poros en el filtro, los segundos se cargan electrostáticamente y atraen las partículas cargadas (Fredes et al., 2013).

Figura 3. Filtro mecánico. Consiste en una lámina de fibra de vidrio densamente empaquetada, unida con resina. Esta hoja proporciona una alta resistencia al flujo por unidad de área, debido a la alta densidad de las fibras. Para disminuir la resistencia al flujo a un nivel aceptable, se utiliza una lámina de fibra de vidrio con una gran área de superficie. Para este propósito, la lámina es plegada sobre sí misma y colocada en un continente más pequeño, reduciendo también el espacio muerto.

Figura 4. Filtro electrostático. A diferencia de los filtros de fibra de vidrio, estos filtros utilizan una capa plana de material de fibra como barrera. La densidad de la fibra de los filtros electrostáticos es menor que la de los filtros de fibra de vidrio; por lo tanto, proporcionan una menor resistencia al flujo por unidad de área. El rendimiento de filtración de los filtros electrostáticos es optimizado aplicando un material cargado eléctricamente. Este material atrae y se une a cualquier partícula que pasa a través de él. El material del filtro no necesita ser plegado para aumentar el área de superficie, debido a su menor resistencia al flujo de gas y a la atracción electrostática de partículas. Por este motivo, estos filtros ofrecen un menor espacio muerto

4.3.4 Válvula PEEP

Para controlar la presión residual es necesario agregar una válvula PEEP adaptable a la bolsa AMBU (ver Figura 5), estas son diseñadas para utilizarse con resucitadores manuales, ventiladores y máquinas de anestesia.

La marca Ambu® ofrece válvulas PEEP tanto desechables (Ambu®, 2015a) como reutilizables (Ambu®, 2015b). Los modelos que ofrecen pueden ajustarse entre 5-20 cmH_2O.

Figura 5. Válvulas PEEP marca Ambu® desechable y reutilizable[7] para AMBU, estas permiten controlar la presión residual, para mantener los alvéolos pulmonares con la presión adecuada para el intercambio de oxígeno a la sangre.

6. Descripción del dispositivo EJÉKAT 1.0

Antecedentes

La operación manual de Bolsas AMBU se lleva a cabo mediante un apretamiento y relajamiento periódico por parte de personal designado específicamente para estos afines.

Esta operación implica desventajas como falta de reproducibilidad, necesidad de personal dedicado que tiene que ser rotado por fatiga, y representa alto riesgo de contagio, también en caso que el paciente haya contraído COVID-19 (ver Figura 6).

Figura 6. Ejemplos de operación manual de Bolsas AMBU, que se lleva a cabo mediante un apretamiento y relajamiento periódico de la bolsa. La operación manual implica desventajas como falta de reproducibilidad, necesidad de personal dedicado que tiene que ser rotado por fatiga, y representa alto riesgo de contagio, también en caso que el paciente haya contraído COVID-19.

[7] https://www.ambu.es/productos/anestesia/resucitadores/productos/peep-valves

El EJÉKAT 1.0 es un equipo que automatiza la operación de bolsas AMBU que tradicionalmente son operadas manualmente, reemplazando al operador humano dedicado a operar manualmente AMBU, sustituyendo su función por medio de un actuador electromecánico que es controlado electrónicamente (ver Figura 7)

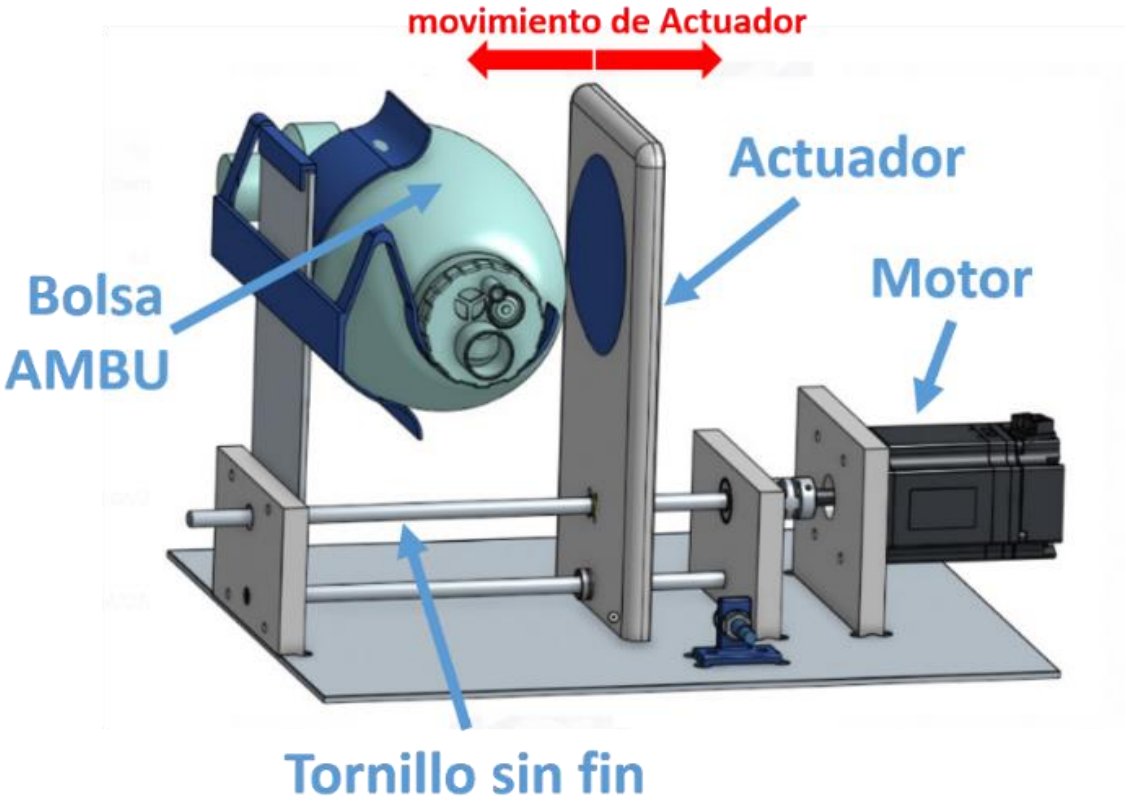


Figura 7. Principio básico del funcionamiento de EJÉKAT. La mano del operario es remplazada por un actuador, cuya posición en el tiempo es controlado por un tornillo sin fin. Este último es propulsado por un servomotor con control angular regulable digitalmente. Cuando el actuador entra en contacto con la bolsa AMBU, la posición y la velocidad del actuador controla los volúmenes y flujos de aire de suministro para el paciente, inducidos mediante la compresión y relajación de la bolsa AMBU.

Esquemáticamente se muestra su funcionamiento en la Figura 8.

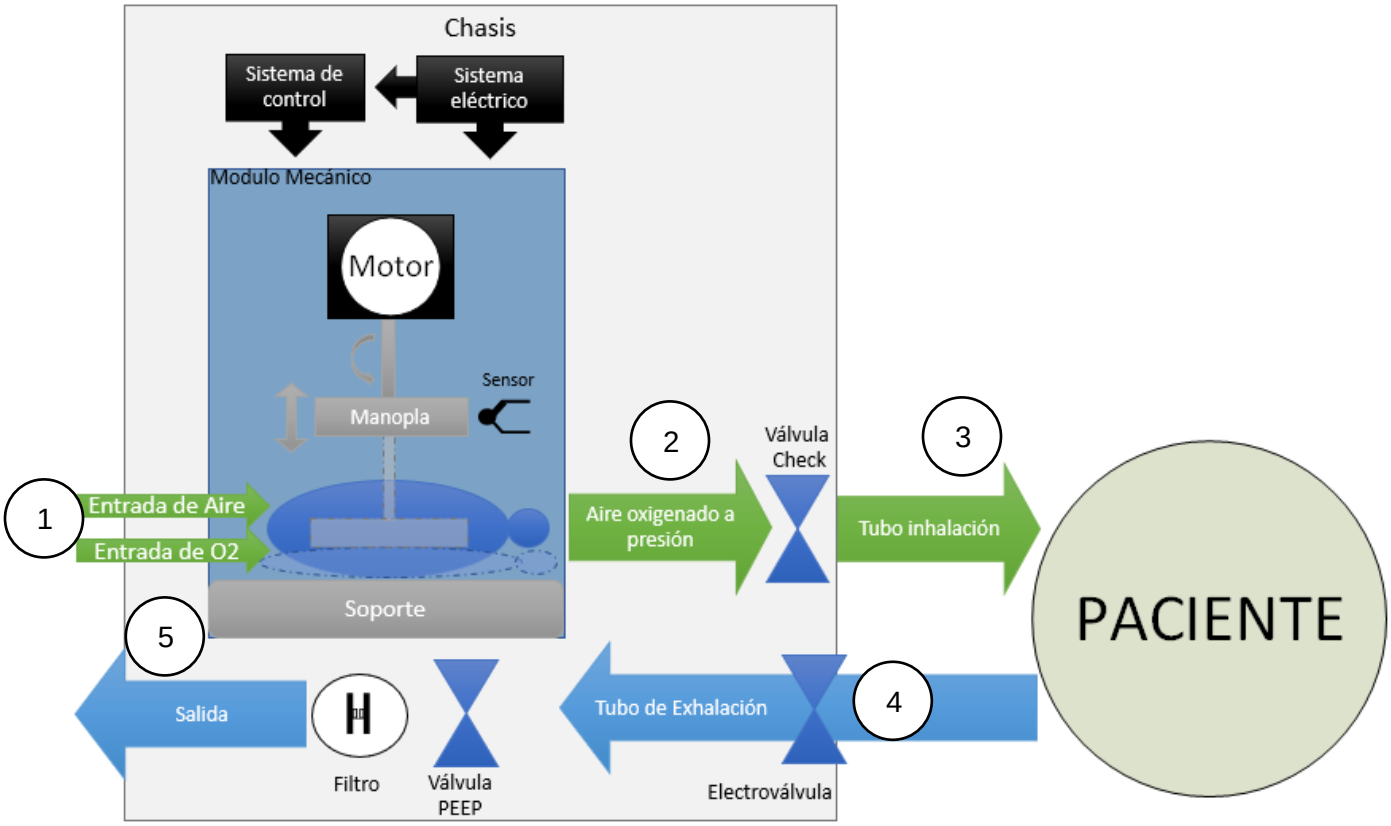


Figura 8. Diagrama de funcionamiento del EJÉKAT 1.0. Se muestra esquemáticamente el proceso de admisión del Oxígeno que pasa a través del sistema hasta llegar al paciente para luego ser expulsado mediante sistema de válvulas y filtros. 1. La mezcla de aire y oxígeno ingresa al sistema por medio de un mezclador de gases externo. 2. El aire mezclado pasa por la bolsa AMBU dónde es empujado a presión, a través de una válvula check que impide el retorno del aire en la misma dirección. 3. El aire a presión pasa por el tubo de inhalación hacia el paciente. 4. El aire exhalado por el paciente pasa por una electroválvula que dirige el CO2 a la salida del sistema. 5. El aire es expulsado previo a la filtración del mismo.

En términos técnicos, el dispositivo se puede subdividir en tres módulos integrados, i.e.

1. Módulo mecánico,
2. Módulo de control, y
3. Módulo de suministro eléctrico.

En las siguientes secciones (5.1 a 5.3) se describe detalladamente a cada uno de estos módulos.

5.1 Módulo mecánico

Consiste en un mecanismo que presiona repetidamente una bolsa AMBU, de acuerdo a los parámetros de frecuencia respiratoria (ciclos/minuto) y volumen tidal (ml). Los cuales son ingresados por el médico mediante una pantalla táctil, en el chasis del EJÉKAT.

Las partes que lo componen son las siguientes:

5.1.1 Chasis de integración

Incluye chasis de 55 x 34 x 131 cm. Tiene capacidad para 2 mecanismos AMBU controlados por un único monitor táctil.
El mecanismo de control está oculto en la parte inferior del chasis.
Posee una puerta transparente para observar el mecanismo, permitiendo conocer el estado de los equipos dentro.
Cuenta con un semáforo que alerta sobre fallas o advertencias, las cuales pueden ser paro del mecanismo, cambio de bolsa AMBU.

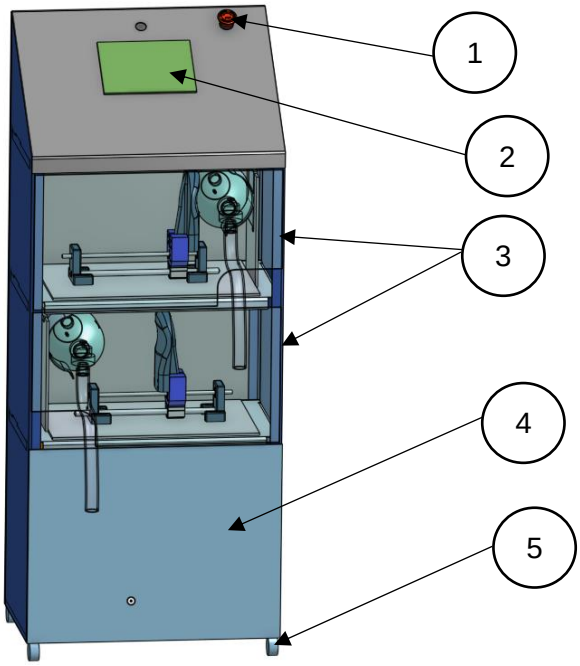


Figura 9. Componentes que forman el chasis de integración del EJÉKAT con capacidad para 2 módulos mecánicos AMBU. El chasis mide 55 x 34 x 131 cm. Está elaborado de ACM, con puertas de acrílico para facilitar la vista de los mecanismos.

Los componentes principales del chasis de integración son:

Tabla 4. Componentes de Chasis de integración

No	Nombre	Descripción	Material	Procedencia
1	Botón de paro de emergencia	Botón que detiene todo el mecanismo, activado manualmente ante cualquier emergencia	Plástico	Comprado
2	Pantalla HMI táctil	Permite introducir los parámetros volumen y frecuencia respiratoria, ofrece una calculadora que recomienda valores según edad y peso	HMI	Comprado
3	Espacio para 2 módulos mecánicos	Espacio para 2 módulos mecánicos para 2 pacientes	ACM	Fabricado
4	Espacio para módulo de control electrónico	Espacio dónde se oculta la electrónica	ACM	Fabricado
5	Ruedas de desplazamiento	Permite movilizar con facilidad el EJÉKAT 1.0	Plástico	Comprado

5.1.2 Componentes del módulo mecánico

El mecanismo principal se muestra en la Figura 10, y cada uno de sus componentes se nombra en un listado inferior marcado con los números correspondientes a la imagen.

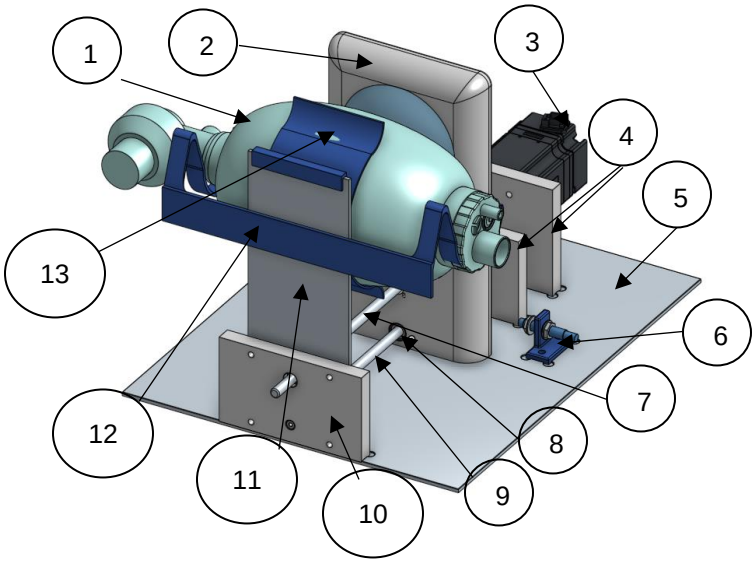


Figura 10. Componentes que conforman el módulo mecánico principal del EJÉKAT.

El detalle de los componentes principales se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Componentes del módulo mecánico

No	Nombre	Descripción	Material	Procedencia
1	Bolsa Ambú	Dispositivo manual para proporcionar ventilación con presión positiva hacia el paciente.	Plástico	Comprado
2	Manopla	Elemento que permite la compresión y descompresión de la bolsa Ambú	Aluminio	Fabricado
3	Servomotor	Realiza movimiento mecánico para controlar la posición de un eje	Múltiples materiales	Comprado
4	Soporte de servomotor y husillo	Permite fijar la posición y estabilizar el servomotor.	Aluminio	Fabricado
5	Base metálica del mecanismo	Es la base principal donde se montan todos los componentes	Acero Inoxidable	Fabricado
6	Sensor inductivo y porta-sensor	Brinda información acerca del movimiento mecánico	Sensor M8 y PLA	Comprado
7	Varilla de soporte lisa	Este elemento sirve para guiar el movimiento de la manopla de manera paralela	Metal	Fabricado
8	Rodo de balero lineal	Permite el movimiento angular del eje sin perder su posición lineal	Metal	Comprado
9	Tornillo sin fin	En conjunto con el husillo brinda movimiento de la manopla	Metal	Comprado
10	Base metálica de soporte	Placa donde se instalan	Aluminio	Fabricado
11	Pared opuesta del Ambú	Elemento que sirve de pared para el proceso de compresión de la bolsa Ambú	Aluminio	Fabricado
12	Sostén auxiliar de Ambú	Sirve para mantener en su posición a la bolsa Ambú	PLA	Fabricado
13	Guía Flexible para Ambú	La guía flexible sirve para mantener sujeta la bolsa Ambú	PLA	Fabricado

5.1.3 Planos de diseño mecánico

Los planos mecánicos del prototipo se elaboraron acorde a normativas ISO-A. Copias de estos planos se encuentran en ANEXO

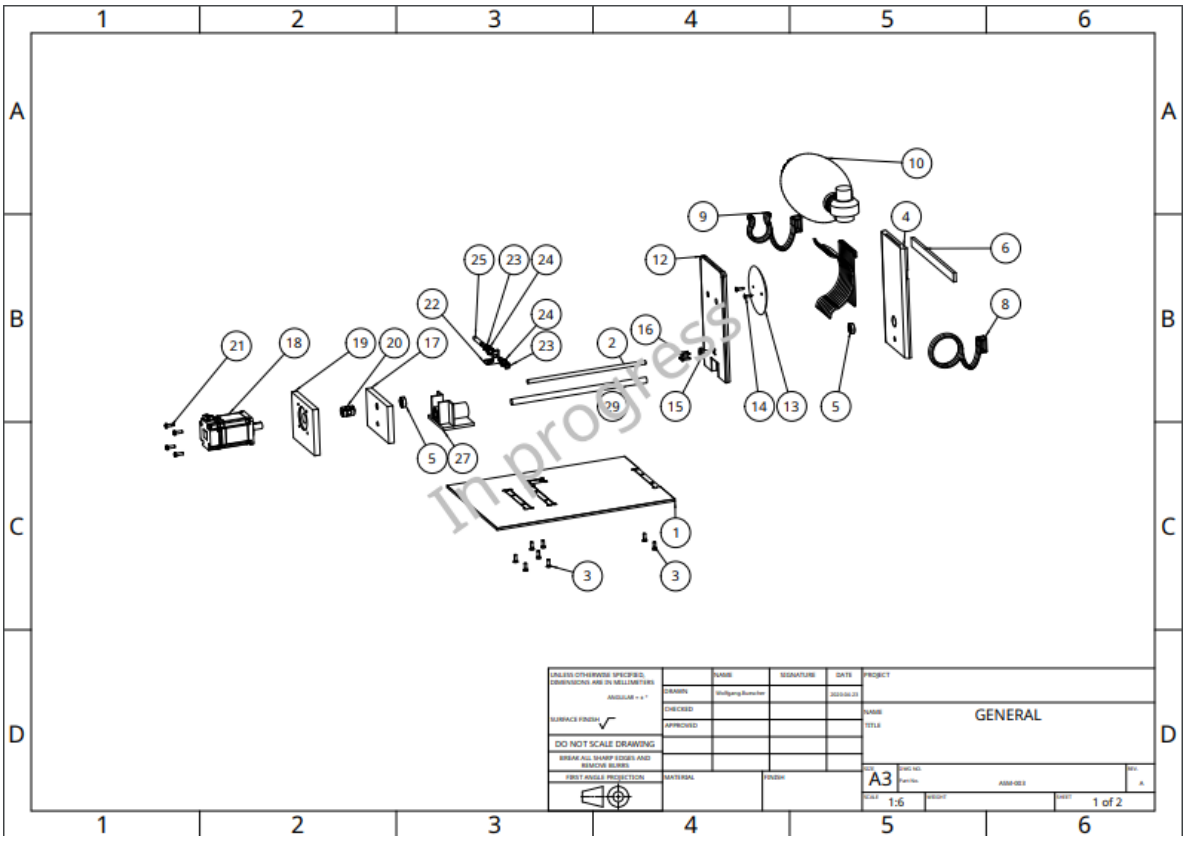


Figura 11. Plano explosivo del módulo mecánico. El detalle de sus componentes se muestran en ANEXO.

Tabla 6. Listado de piezas de acuerdo a plan explosivo

Item No.	Quantity	Name	Part number	Vendor
1	1	PlacaBase	PRT-004	TALLER CARRANZA
2	1	VarillaRoscada 8mm	PRT-009	TALLER CARRANZA
3	8	PH Countersunk flat head screw M5x0.8 x 16		TALLER CARRANZA
4	1	SoporteAmbu	PRT-007	TALLER CARRANZA
5	2	Rodamiento 608ZZ	PRT-010	TALLER CARRANZA
6	1	SoporteAmbuHorizontal	PRT-037	TALLER CARRANZA
7	1	SoporteBolsa	PRT-038	Salvaplastic
8	1	supporte ambu, lado grande	PRT-039	Salvaplastic
9	1	sopporte ambu lado peque	PRT-040	Salvaplastic
10	1	BolsaAMBU	PRT-018	Electrolab medic
11	8	SoporteBolsa Copy	PRT-041	Salvaplastic
12	1	Manopla	PRT-015	TALLER CARRANZA
13	1	BolaPresionaAmbu	PRT-016	Salvaplastic
14	2	Cross recessed flat head countersunk tapping screw ST2.9x6.5		TALLER CARRANZA
15	1	TuercaBronce 8mm	PRT-013	Taller CARRANZA
16	4	PH Pan head screw M3x0.50 x 16		TALLER CARRANZA
17	1	SoporteHome	PRT-0[illegible]5	TALLER CARRANZA
18	1	ServoMotor	PRT-033	IDSA
19	1	SoporteServoMotor	PRT-00[illegible]	TALLER CARRANZA
20	1	Acople8x8mm	PRT-024	TALLER CARRANZA
21	4	PH Pan head screw M5x0.80 x 16		TALLER CARRANZA
22	1	PortaM5	PRT-023	IDSA
23	2	Tuerca M5	PRT-021	IDSA
24	2	Arandela M5	PRT-020	IDSA
25	1	Sensor M5	PRT-019	IDSA
26	1	Buje Bronce	PRT-046	Serenissimatech
27	1	plataforma	PRT-047	Serenissimatech
28	1	tubo de buje	PRT-048	Serenissimatech
29	1	varilla inox	PRT-049	
30	2	Soporte Guia	PRT-050	Taller Nanolab

In progress

Nota. Listado de piezas de acuerdo a plano explosivo de Figura 10*. Incluye proveedores locales para cada una de las piezas.*

Los planos detallados se muestran en los Anexo 2, así como en la siguiente ubicación: https://drive.google.com/drive/folders/1CL1ugCQFN4fFyFzz6VUdYsh4cY9jEx0Y?usp=sharing

5.1.4 Materiales

Los materiales utilizados para la construcción son:

5.1.4.1 Chasis

- Remaches
- Tornillos
- Puertas acrílicas
- Bisagras
- Imán para puertas
- Puerta ACM
- Caja ACM

- Rodos de 5” mínimo
- Entrepaños
- Remaches
- Tornillos
- Placa base de PVC

5.1.4.2 Módulo mecánico

Para su fabricación se lista los materiales a utilizar:

- Ambú
    - Bolsa AMBU HEMC 70-555-01 de 1500 ml
    - Manguera de Inhalación
    - Manguera de exhalación
    - Pieza Y
    - Válvula check
    - Válvula PEEP
    - Filtro antibacterial y antiviral de exhalación
    - Filtro para inhalación
    - Humidificador o conexión a humidificador
- Mecanismo
    - Base
        - Placa base
        - Soporte servomotor
        - Soporte home
        - Soporte Ambú
        - Tornillos
        - Baleros
    - Manopla
        - Placa manopla
        - Husillos con tornillos
        - Empujador con tornillos
        - Guía
            - Varilla lisa
            - Carrete
            - Balero lineal
            - Arandelas
            - Anillos retenedores
        - Subsistema varilla roscada
            - Varilla roscada
            - Acople
            - Tornillos de acople
    - Sensor de posición
        - Sensor de posición M5

        - Tuercas
        - Arandelas
        - Base
        - Tornillos
    - Subsistema motor
        - Motor
        - Cuña
        - Tornillos
    - Engranajes
        - Ruedas dentadas
        - Ejes
        - Rodos de balero
        - Arandelas
        - Anillos retenedores
    - Soporte AMBU
        - Sujetador izquierdo
        - Sujetador derecho
        - Soporte sujetadores
        - Pernos
        - Sujetador central

5.1.4 Herramientas

Las herramientas utilizadas para la construcción del equipo son:

- Destornillador Philips
- Remachadora
- Taladro
- Martillo
- Destornillador hexagonal
- Tenaza eléctrica
- Tenaza
- Cuchilla
- Impresora 3D
- Torno
- Fresadora
- Sierra
- Cortadora láser

5.2 Módulo de control eléctrico

El controlador del equipo es un PLC (WECON VD1-075 S E1 G) que comunica los parámetros de pantalla con el módulo de control del servo motor, el cual es un WECON WD60M-04030S-E1B.
La pantalla es una HMI WECON PI8102H.

5.2.1 Componentes del módulo de control eléctrico

El módulo de control eléctrico gestiona las operaciones ingresadas en la pantalla hacia el servomotor haciendo los ajustes y calibraciones programadas.

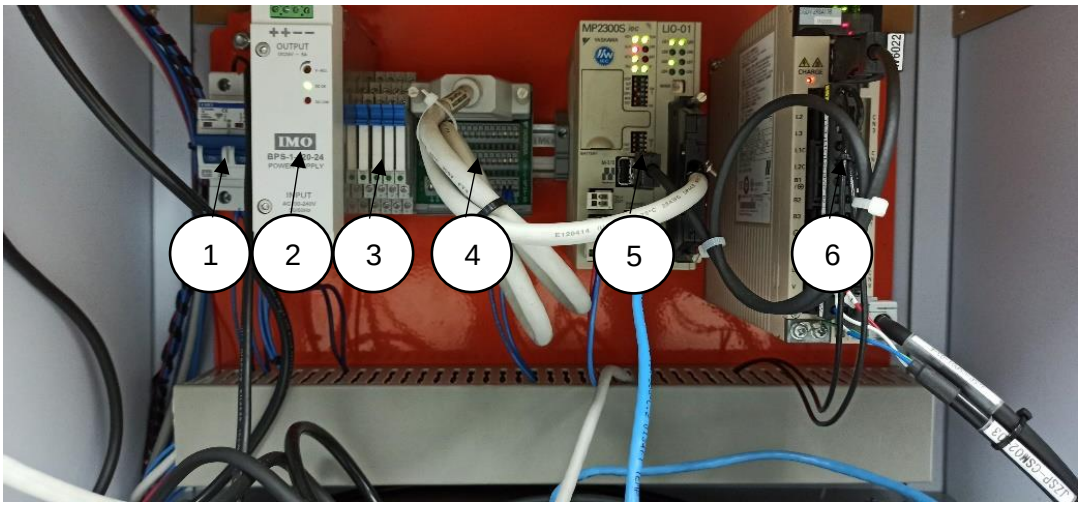


Figura 12. Componentes del módulo eléctrico, el cual controla el mecanismo mecánico por medio de una conexión a un monitor táctil.

El detalle de los componentes se muestra a continuación:

1. Protección tipo autómato
2. Fuente de 24v DC
3. Módulo de relé de potencia
4. Módulo de entradas/salidas del PLC
5. PLC (Servo drive)
6. Servo pack

Para su construcción los materiales utilizados son:

- Placa base
- Térmicos
- Fuente 24V DC
- Módulo de salida PLC
- Relés múltiples de potencia
- Cables de conexión entre módulos

- Pernos
- Tuercas
- Arandelas
- Cables de PLC a medida
- Sujetadores de cables
- Canal de cables
- Espiral para cables
- Conectores
- Fuente 24V
- PLC
- HMI con sujetadores
- Botón paro de emergencia
- Software
- Servopack
- Master Switch
- Valvula electrica
- Cables de motor
- Ventilación
- Transformador
- UPS
- Tomas eléctricos
- Cables eléctricos

5.2.3 Diagrama del módulo de control eléctrico

Los componentes que forman el módulo de control eléctrico se listan en la siguiente figura.

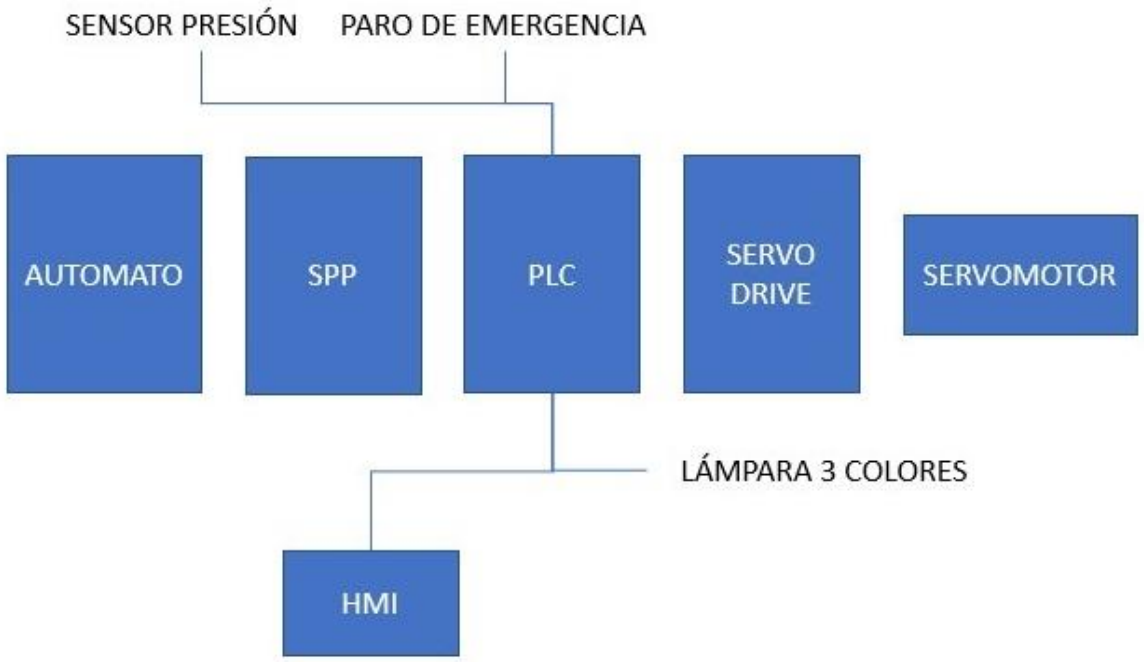


Figura 13. Diagrama de control eléctrico. Este se encarga de convertir las acciones registradas en la pantalla HMI hacia los diferentes actuadores del sistema: servomotor, lámpara de 3 colores, paro de emergencia.

5.2.3 Herramientas

- Destornillador
- Taladro
- Sierra
- Bridas de plástico
- Tenaza

5.3 Módulo de suministro de energía

Los equipos necesarios para el suministro de energía son los siguientes:

5.3.1 Módulo de alimentación 220V AC

El equipo necesita una alimentación de 220V AC para su funcionamiento, por lo que es requerida una conexión directa al voltaje mencionado o utilizar un transformador de 110V a 220V

5.3.2 Transformador de 110V a 220V

Existen transformadores comerciales que pueden alimentar un equipo de 220V partiendo de una conexión de 110V. EJÉKAT V1.0 necesita de una alimentación de 220V para operar.

Figura 14. Transformador de voltaje, el EJÉKAT 1.0 necesita una alimentación de 220V para funcionar.

5.3 Módulo de Control Digital (GUI)

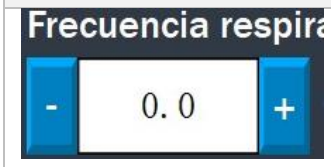
El control del EJÉKAT se realiza por medio de una pantalla táctil con las siguientes opciones

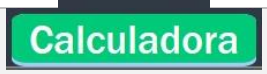
5.4.1 Pantalla principal de terapia de pacientes

Al iniciar el sistema, se mostrará la pantalla principal, la cual permite configurar la terapia respiratoria de 2 pacientes, iniciar y detener sus respectivos mecanismos AMBU.

Figura 15. Pantalla principal de terapia de pacientes. Es la pantalla que se muestra una vez encendido el equipo. En ella se puede configurar los parámetros que controla el EJÉKAT y dar inicio a la terapia respiratoria.

Las opciones disponibles son las siguientes:

Imagen	Descripción
	Nombre Al dar clic en el cuadro en blanco, aparecerá un teclado alfanumérico, para escribir el nombre del paciente
	Frecuencia respiratoria Al presionar el cuadro blanco aparecerá un teclado numérico para ingresar el valor correspondiente. Al presionar los símbolos **+/-** incrementará el valor mostrado en saltos de 0.1

	Volumen tidal Al presionar el cuadro blanco aparecerá un teclado numérico para ingresar el valor correspondiente. Al presionar los símbolos **+/-** incrementará el valor mostrado en saltos de 0.1
	Inicio Al presionar este botón se da inicio a la terapia respiratoria con los parámetros configurados anteriormente. Al presionar el botón cambiara a color rojo con el texto “Parar” que significa detener la terapia.
	Parar Al presionar este botón se detiene la terapia respiratoria y luego el botón cambiará a su estado inicial de color verde.
	Reiniciar Limpia los valores ingresados con anterioridad, y regresa el mecanismo a su posición home
	Calculadora Al presionar este botón, se mostrará una pantalla que permite ingresar la edad y peso de un paciente, y esto a su vez devolverá un valor recomendado para la frecuencia respiratoria y el volumen.

5.4.2 Pantalla de calculadora de terapia respiratoria

Esta pantalla se muestra al presionar el botón Calculadora desde la pantalla principal.

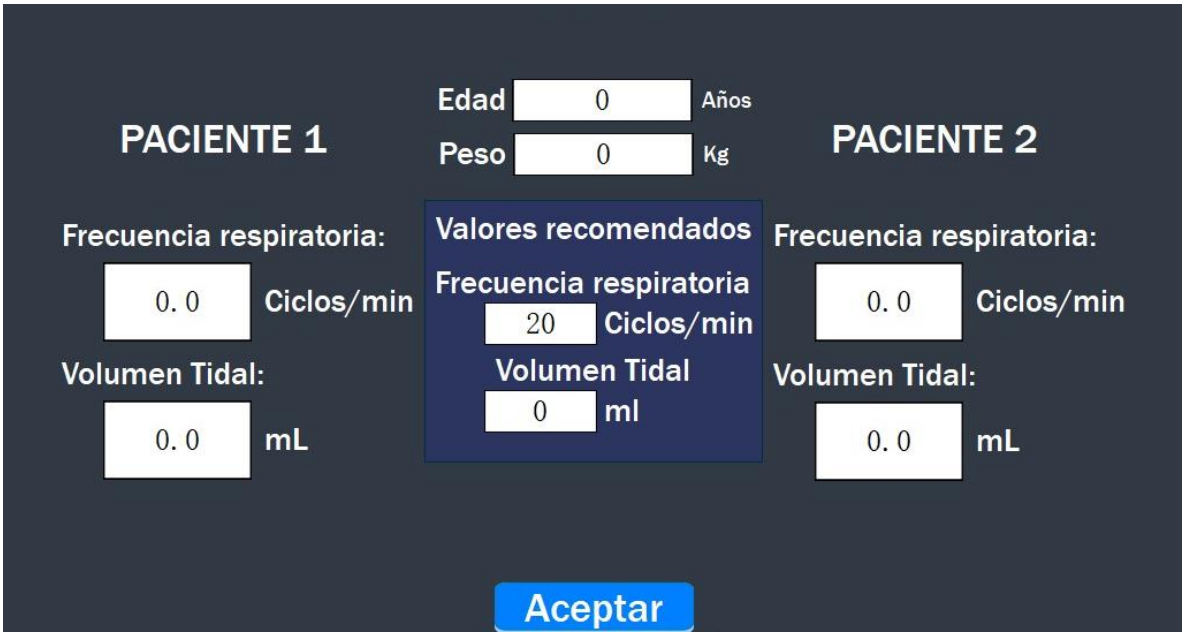
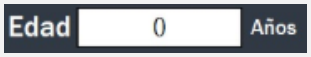
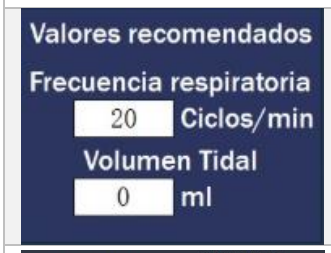
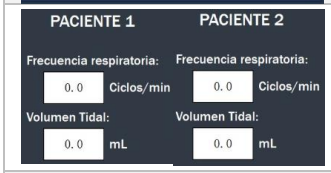
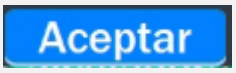


Figura 16. Calculadora de terapia respiratoria. Esta pantalla recomienda valores de frecuencia respiratoria y volumen tidal, según la edad y peso introducidos.

Las opciones disponibles son las siguientes:

Imagen	Descripción
	Edad Al presionar el cuadro blanco aparecerá un teclado numérico para introducir la edad del paciente.
	Peso Al presionar el cuadro blanco aparecerá un teclado numérico para introducir el peso en Kg. del paciente.
	Valores recomendados En este espacio se mostrarán los valores recomendados para la terapia respiratoria, según los datos de edad y peso ingresados anteriormente. Esta sección es auto-calculada, y de sólo lectura.
	Ingreso de datos según calculadora De acuerdo a la sección de “Valores recomendados”, el médico puede ingresar los datos presionando los cuadros blancos del paciente correspondiente, queda a discreción de la experiencia del médico si utilizará los valores recomendados o diferentes según estime conveniente.
	Aceptar Una vez ingresado los datos, al dar clic al botón aceptar, estos pasarán a la pantalla principal, en espera de presionar el botón para iniciar la terapia.

7. 6. Recursos utilizados en la fase de desarrollo

Listado de materiales

Los materiales utilizados se agrupan en materiales mecánicos, eléctricos, electrónicos y software.

6.1.1 Materiales mecánicos

En el apartado mecánico tenemos:

- Gabinete metálico fabricado en ACM
- Piezas de acrílico para ventana
- 4 Rodos de 2”
- 2 portabaleros, delantero y trasero
- Soporte de portador de AMBU de inox 3/8”
- Placa base de aluminio de 1/4" con guías para alineación
- Tornillería de montajes

6.1.2 Materiales eléctricos

En el apartado eléctrico tenemos:

- Fuente 3A 24VDC
- Automato 2P 10A

6.1.3 Materiales electrónicos

En el apartado electrónico tenemos:

- Servosistema 400W 220VAC 3 fases, servomotor de 400W y eje de 6mm, encoder incremental 2,500 PPM, inercia intermedia, 3,000 RPM. Drive de 400W, Incluye cable de encoder y de fuerza. (Kit incluye: Servo Drive, Servomotor y cable de encoder y de fuerza de 5m)
- PANTALLA HMI ETHERNET 7" ALTA DEFINICIÓN, CPU 600MHz, RAM DDRII 512MB, FLASH 4GB, 260,000k COLORES, RESOLUCIÓN DE 1024*600, ALIMENTACIÓN 24VDC. Interfaz: 1 RS422 / RS485, 2 RS485, 2 RS232
- PLC 26 PUNTOS CON FUNCIONES CAM
- MÓDULO DE EXP. PLC LX3V 4 SALIDAS ANÁLOGAS
- LAMPARA TIPO TORRE 3 COLORES LED

8. 7. Presupuesto de materiales Prototipo

El presupuesto para la construcción del prototipo se ha diseñado para la versión conocida como DUPLEX, el cuál en el EJÉKAT 1.0 es la versión aplicada para contener dos mecanismos AMBU.

7.1 Tiempos de entrega de materiales

Los materiales que pueden encontrarse a nivel nacional tienen un tiempo de entrega no mayor a 7 días, mientras que los componentes cuya existencia está fuera del país, se estiman en un lapso no mayor a 30 días.

7.2 Presupuesto de materiales

PROTOTIPO INDUSTRIAL DUPLEX

No	Descripción	Cantidad	Precio Unitario sin IVA	Precio final con IVA	Comentarios
1	Servosistema	2	$ 750.00	$ 1,695.00	2 de 400 w (Drive+Motor)
2	UPS 2KVA 220VAC	1	$ 975.00	$ 1,101.75	Incrementa 1KVA para soportar 2 equipos
3	Mecanismo de soporte	2	$ 350.00	$ 700.00	30 cm por 39 cm construido en inox y aluminio
4	Transductor de presión	2	$ 225.00	$ 508.50	0 a 100 mB salida 4 a 20 mA ros 1/2" NPT
5	HMI 7"	1	$ 300.00	$ 339.00	7 pulgadas Ethernet a color
6	Bancada movil	1	$ 300.00	$ 339.00	Incrementa el tamaño para soportar 2 equipos
7	PLC con función CAM	1	$ 275.00	$ 310.75	12 IO Digitales, modulo expansión análogo
8	Juego de 3 Piezas en impresión 3D	2	$ 100.00	$ 226.00	Piezas contruidas en material ABS
9	Varios para gabinete	2	$ 100.00	$ 226.00	
10	Ambú	2	$ 70.00	$ 158.20	
11	Sistema de alarmas	1	$ 76.00	$ 85.88	Indicador visual de tres colores y alarma sonora
12	Modulo PLC	1	$ 75.00	$ 84.75	
13	Balero lineal	2	$ 18.25	$ 41.25	Valero para estabilidad en movimineto lineal
14	Varilla roscada M8 con flange	2	$ 23.00	$ 51.98	Material Inox rosca acme 8 mm y 4 entradas

15	Rodos de balero 8mm	4	$ 9.75	$ 44.07	608 rs, 8 mm Diametro interno, 22 mm Diametro externo
16	Varilla lisa	2	$ 5.50	$ 12.43	Varilla acero aisi 304
17	Chasis	2	$ 500.00	$ 1,000.00	Inox 1/16" + Acrilico 1/4"
		30	Total	$ 6,924.56	
			Imprevisto (5%)	$ 346.23	
			Total final MP	$ 7,270.78	
			MOD + CIF	$ 1,454.16	
			Costo Total	**$ 8,724.9**	

9. Líneas base de tiempo para producción

La producción en masa del prototipo, tanto cantidad como tiempos de producción, serán estipulados por las empresas interesadas en su fabricación.

9. Mapa de actores del proyecto

Mapa de Actores		
Categoría	**Tipo**	**Empresa**
Proveedor de partes	Proveedor Bolsa Ambú	Electrolabmedic
	Proveedor de Brazo empujador	Salvaplastic
Convertidores	Proveedor de ensamble de sistéma eléctrico y de control	IDSA
	Proveedor de chasis	AZ Publicidad
	Proveedor de corte y ensamblaje de mecanismo	Taller Carranza
Soporte Técnico	Soporte Técnico	UFG
Cooperación	Apoyo Financiero	Grupo Roble
	Apoyo Financiero	Banco Atlantida
	Apoyo Financiero	Banco Agricola
	Apoyo Financiero	USAID

10. Agradecimientos

Debemos hacer un reconocimiento público a las siguientes personas e instituciones que trabajaron en el proyecto:

- Dr. Rainer Christoph y su equipo de ingenieros del laboratorio de Nanotecnologías, autores intelectuales del proyecto: Ángel Hernández, Wolfgang Büscher, Romeo Muñoz, Jonathan Ventura y Kelly Cortez;
- Arnulfo Mazariego y Ximena Sánchez, de la empresa Termoencogibles, co-autores intelectuales del proyecto;
- Ever Aguilar, José Beltrán, Brayan López de la empresa IDSA (Ingeniería y Distribución), por su apoyo en la automatización a nivel industrial del prototipo;
- Ing. Juan Bustillo e Ing. Andrés Bustillo de Electrolab Médic, asesores y apoyo indispensable para la calibración del equipo;
- A Ahmed Carranza de “Servicios Industriales Carranza” por su apoyo técnico;
- Ing. Max Barillas de la Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas” (UCA) por su aporte en el análisis de elementos finitos;
- Massimo Brugnolaro y Fidel Hernández, consultores independientes que apoyaron el concepto;
- A todos los periodistas y medios de comunicación, nacionales e internacionales que ayudaron a difundir el proyecto;
- A Luis Rodríguez y a Cosme Durán de la Secretaría de Asuntos Estratégicos, por su acompañamiento el desarrollo;
- Al Ministerio de Cultura, por la invitación a la iniciativa Global Citizen;
- Al Dr. Oscar Picardo Joao, director del ICTI e impulsor del concepto;

11. ANEXOS

ANEXO 1: Copia de presentación realizada para Secretaría de Innovación de GOES, el día 3 de abril de 2020

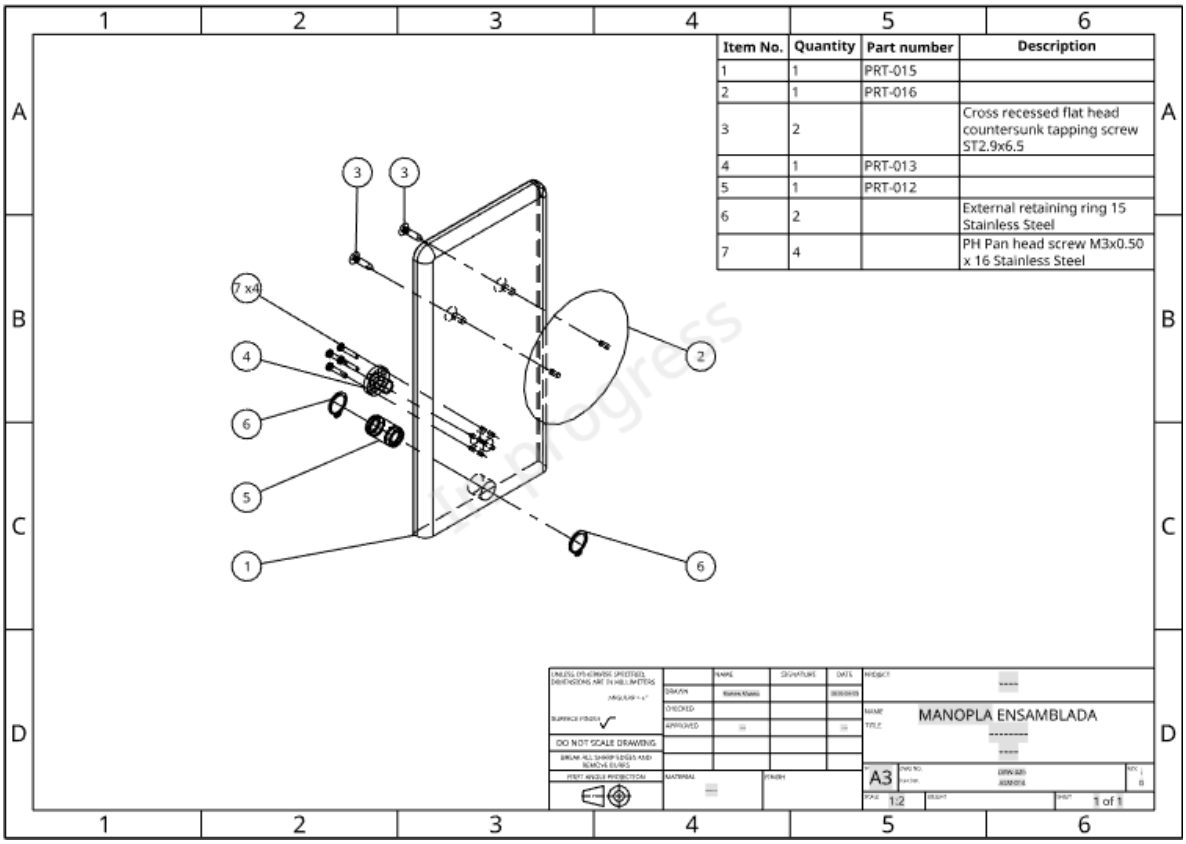
CONCLUSIONES

- Expertos médicos de MINSAL concluyen que este tecnologías puede salvad vidas humanas
- Costos de fabricación inferior a equipos importados equivalentes
- Tiempo de entrega de primer lote de 100 unidades:
- Próximos pasos:
  1. Aprobación de proyecto (acuerdo, presupuesto)
  2. KOM: Def. líneas de base y organización fase 2 de proyecto
  3. Go!

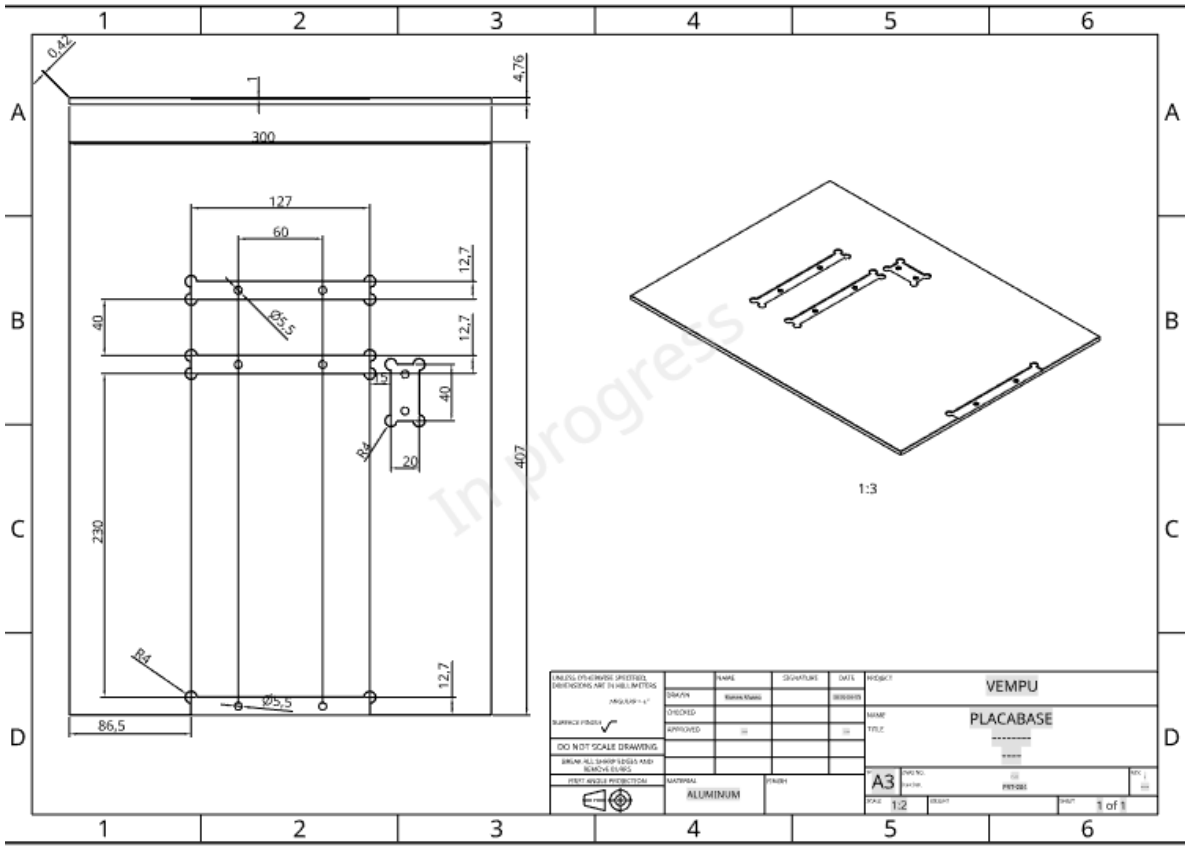
Muchas gracias

ANEXO 2: Planos de diseño mecánico

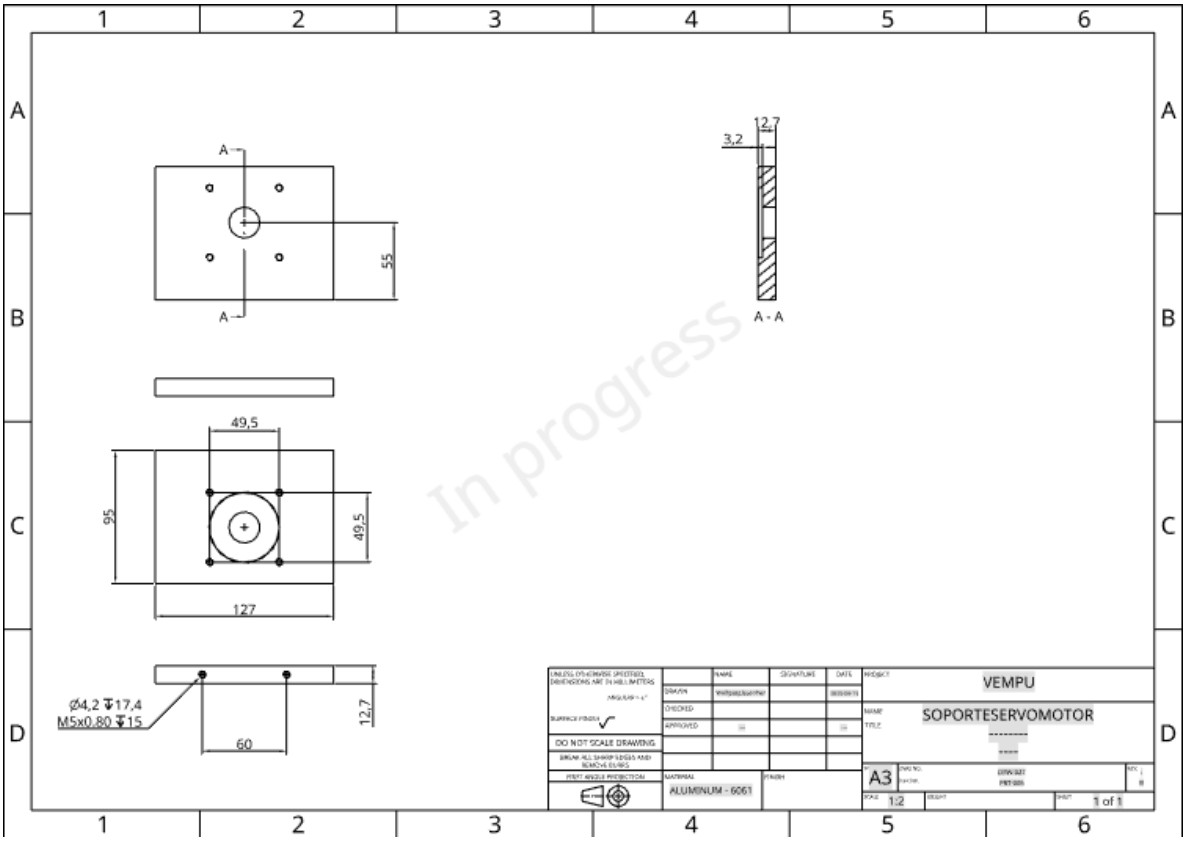
Anexo 2.1: Plano de Manopla armada



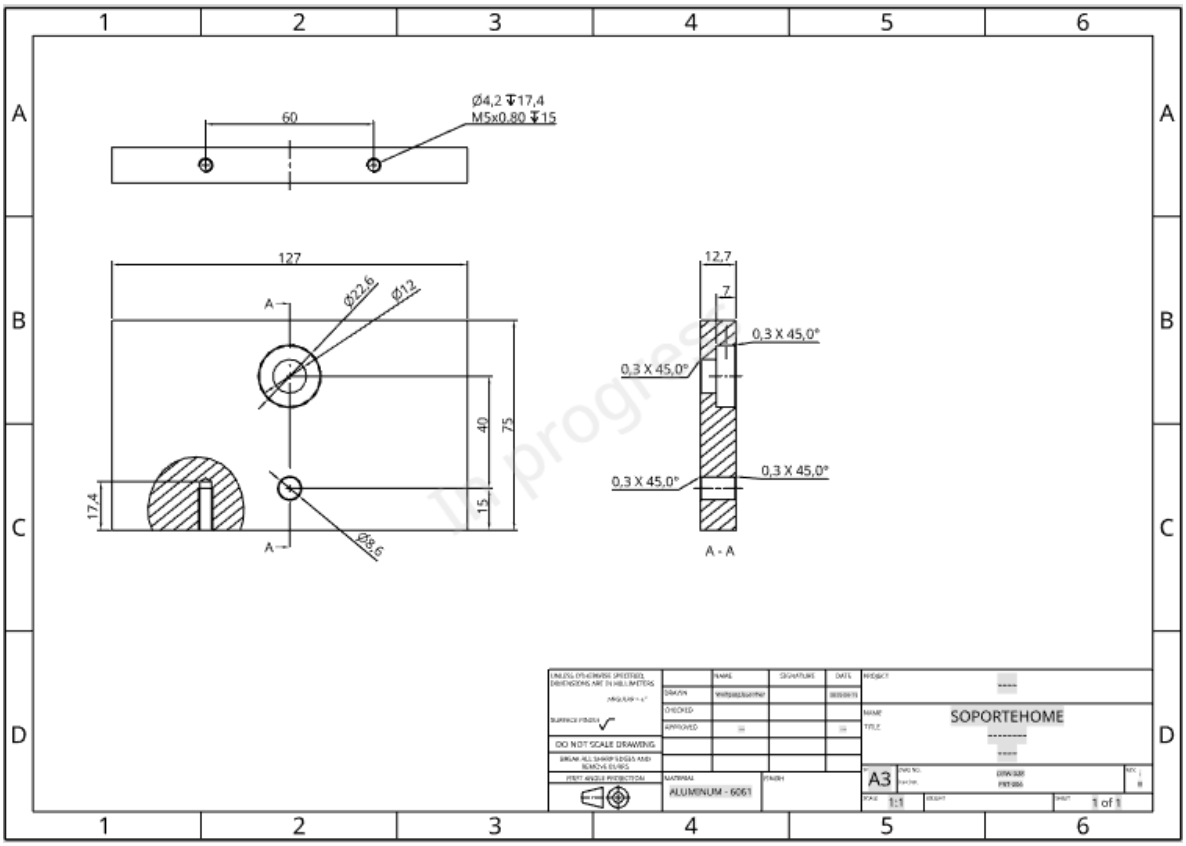
Anexo 2.2: Plano de manopla



Anexo 2.3: Soporte servomotor

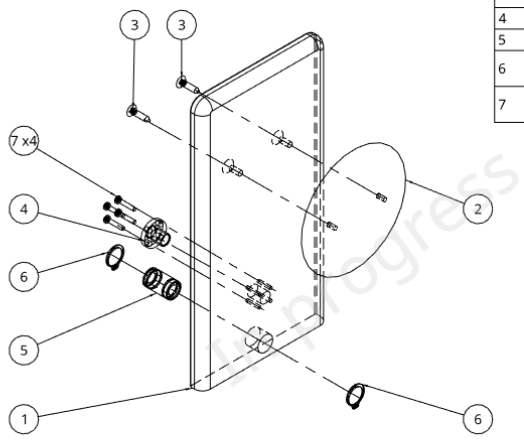


Anexo 2.4: Soporte home



Anexo 2.5: Plano de manopla

Item No.	Quantity	Part number	Description
1	1	PRT-015	
2	1	PRT-016	
3	2		Cross recessed flat head countersunk tapping screw ST2.9x6.5
4	1	PRT-013	
5	1	PRT-012	
6	2		External retaining ring 15 Stainless Steel
7	4		PH Pan head screw M3x0.50 x 16 Stainless Steel



In Progress

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
ANGULAR = ± °
SURFACE FINISH
DO NOT SCALE DRAWING
BREAK ALL SHARP EDGES AND REMOVE BURRS
FIRST ANGLE PROJECTION

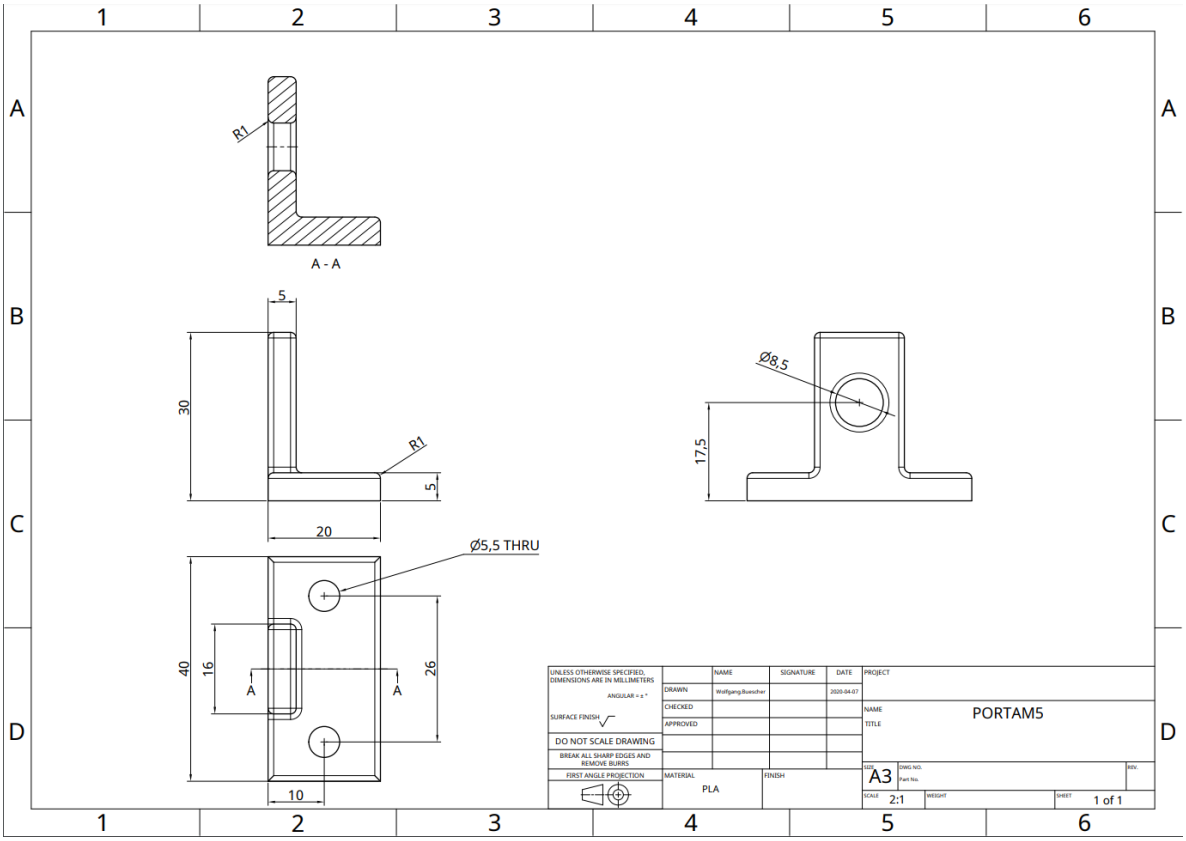
	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	Ramses Muñoz		2020/04/09
CHECKED			
APPROVED			

MATERIAL: ----
FINISH:

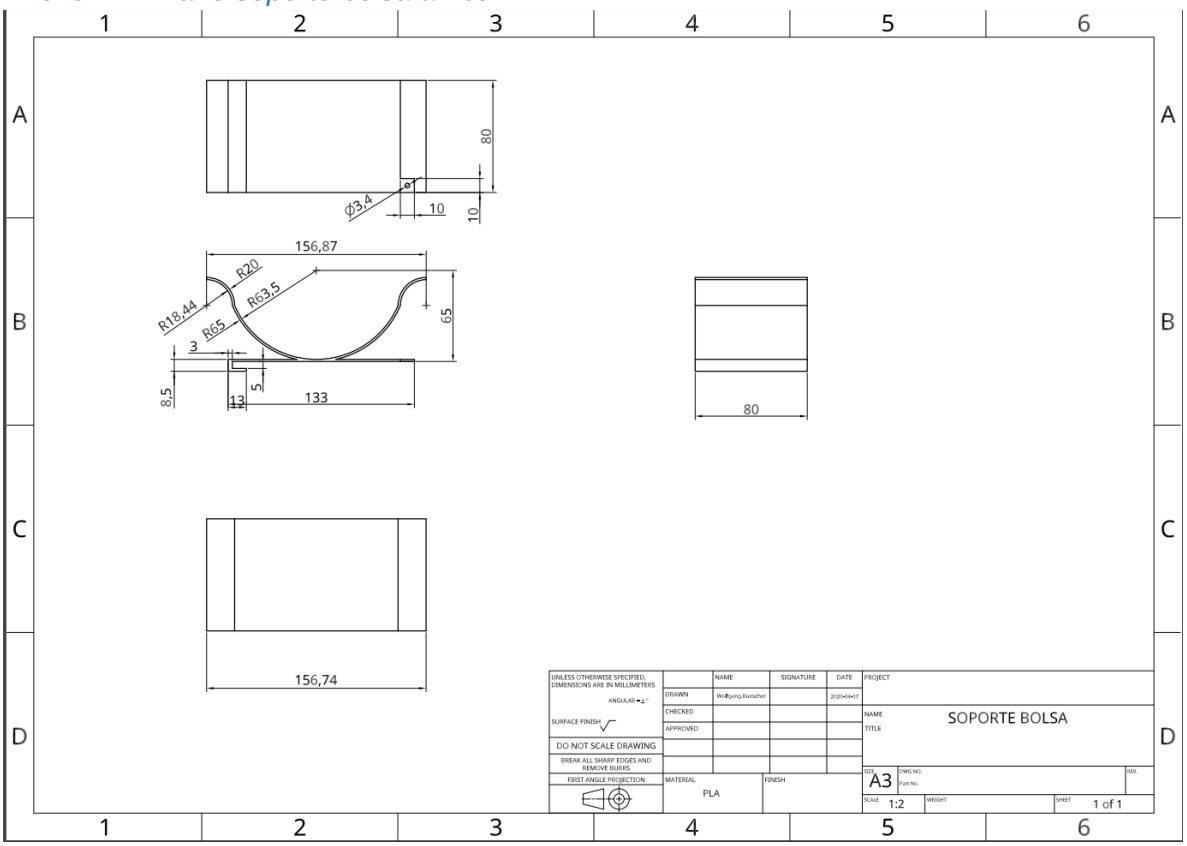
PROJECT: ----
NAME
TITLE: MANOPLA ENSAMBLADA

SIZE: A3
DWG NO.: DRW-025
Part No.: ASM-014
REV: 0
SCALE: 1:2
WEIGHT:
SHEET: 1 of 1

Anexo 2.6: Plano de porta sensor M8

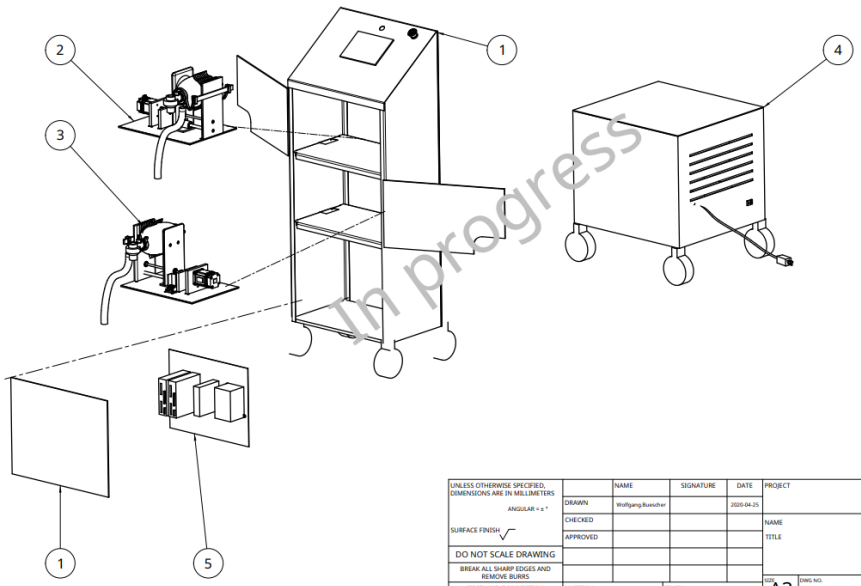


Anexo 2.7: Plano soporte bolsa ambu



Anexo 2.8. Plano de chasis de integración

Item No.	Quantity	Part number	Name	Vendor	Project
1	1		Chasis		
2	1	ASM-003	General		
3	1	ASM-003	General		
4	1		cajon electrico		
5	1		Modulo control electronico		



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
ANGULAR = ± °
SURFACE FINISH √
DO NOT SCALE DRAWING
BREAK ALL SHARP EDGES AND REMOVE BURRS
FIRST ANGLE PROJECTION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	Wolfgang.Buescher		2020-04-25
CHECKED			
APPROVED			

MATERIAL
FINISH

PROJECT
NAME
TITLE
ASSEMBLY 1
SIZE A3
DWG NO. Part No.
REV.
SCALE 1:12
WEIGHT
SHEET 1 of 1