



PINV20-352

IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE ENSAYOS
PARA VENTILADORES PULMONARES NACIONALES
Dr. Diego Stalder - Ing. Gustavo Pereira



@respirapydiy



- 1. El problema y los objetivos del proyecto**
- 2. El laboratorio y los ensayos preliminares**
- 3. Banco de pruebas de bajo costo**
- 4. La celda electromagnética - PreEMC**
- 5. Adecuación edilicia y las proyecciones futuras**

CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL MARZO 2020



Source: Worldometer - www.worldometers.info



Ford producirá 50.000 respiradores en próximos 100 días para frenar COVID-19

Presma 28 marzo, 2020

ADN
PARAGUAYO
Una publicación con raíces en la realidad paraguaya



28 marzo, 2020

NACIONALES

Suman 18 casos de coronavirus y se confirma propagación comunitaria

20 DE MARZO DE 2020

El ministro de Salud, Julio Mazzoleni, informó en la noche de este viernes que suman 18 los casos de coronavirus en Paraguay y confirmó la propagación comunitaria.

DESAFÍO



- Se aglutinó un grupo multidisciplinario de ingenieros, técnicos, científicos y médicos paraguayos para combinar esfuerzos para organizar un desafío nacional para desarrollar respiradores nacionales en tiempo récord.
- Los prototipos desarrollados fueron evaluados funcionalmente en el Laboratorio de Integración y Ensayos de la AEP (Agencia Espacial del Paraguay) con el apoyo de ingenieros Biomédicos voluntarios.
- La iniciativa contó con el apoyo investigadores categorizados en el PRONII del CONACYT, la UNA (Ingeniería, Politécnica y Médicos del Hospital de Clínicas), UPTP (Universidad Politécnica Taiwán-Paraguay), estudiantes de ingeniería, empresarios solidarios e ingenieros voluntarios



EQUIPO DE APOYO A LOS RESPIRADORES DEL COMITÉ CIENTÍFICO PARA LA CONTINGENCIA CONTRA EL COVID 19

Resolución. N° 113/2020



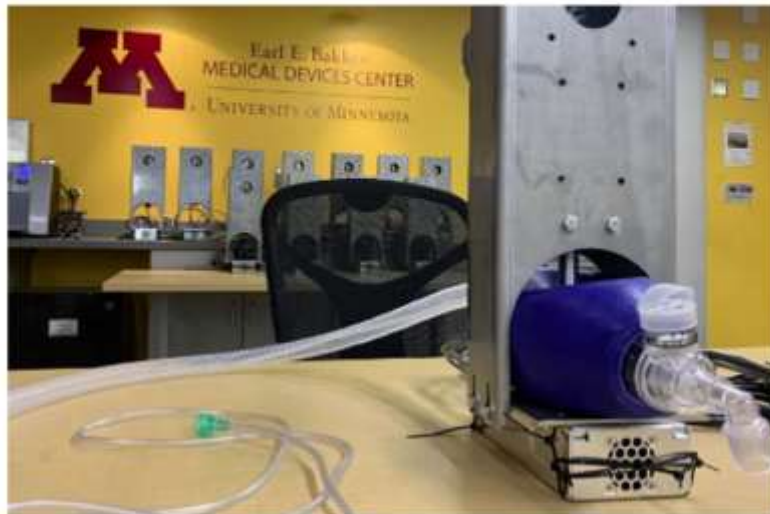
NUEVOS PROTOTIPOS INTERNACIONALES APROBADOS



COVID-19 · HEALTH SCIENCES · RESEARCH

FDA authorizes first-of-its-kind, low-cost ventilator developed by University of Minnesota

April 15, 2020



U of M researchers developed and designed the Coventor as an alternative for clinical settings with a significant surge in patients or with few to no ventilators.
Media note: Please find multimedia assets here.



PÁGINA INICIAL



Processos Seletivos

Cursos

IFSP

Câmpus

Reitoria

Ensino

Pesquisa

Extensão

Administração

ÚLTIMAS NOTÍCIAS

Respirador Inspire começa a ser usado no Hospital das Clínicas

Dez ventiladores pulmonares serão utilizados por 40 pacientes com Covid-19 atendidos no Incor

Publicado: Quinta, 16 de julho de 2020, 20h03

Última atualização em Sexta, 17 de julho de 2020, 18h54

O ventilador pulmonar emergencial Inspire, desenvolvido pela Marina do Brasil, será usado, a partir desta quinta-feira (16), em 10 pacientes com Covid-19 que estão sendo atendidos no Instituto do Coração (Incor) quarta-feira (15) pelo governador de São Paulo, João Dória.

Desenvolvido em um prazo de quatro meses por uma equipe de pesquisadores, o ventilador Inspire é produzido em grande escala em tecnologia majoritariamente brasileira. O custo unitário estimado é de R\$ 1.500.

O projeto oferece uma alternativa para suprir a demanda hospitalar em casos de média complexidade com exigência de terapia intensiva.



OBJETIVOS DEL PROYECTO



Objetivo General

Desarrollo de un banco de pruebas para realizar ensayos con los prototipos de ventiladores pulmonares nacionales de tal forma a ayudar en la contingencia sanitaria del COVID-19

Objetivos específicos del proyecto

1. Determinar la **eficacia y seguridad** de los prototipos en desarrollo
 - Desarrollar un **banco de prueba** para ensayos.
 - Desarrollar un banco de pruebas de bajo costo para universidades e instituciones interesadas en desarrollar ventiladores pulmonares.
2. Definir **criterios de testeo** a partir de un análisis de riesgo de los prototipos
 - Proponer un conjunto mínimo de ensayos basados a partir del análisis de las normas internacionales para equipos médicos y ventiladores pulmonares.
3. Elaborar un **protocolo de testeo** para los prototipos
 - Capacitar el equipo humano necesario pueda realizar ensayos sobre los prototipos siguiendo normas internacionales.
 - Protocolo de testeo
4. **Evaluar los prototipos desarrollados** en el país de tal forma propiciar la transferencia de conocimientos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD DE
INGENIERÍA



INSTITUTO NACIONAL DE
**TECNOLOGÍA,
NORMALIZACIÓN Y
METROLOGÍA**

EQUIPO DE TRABAJO



Diego Stalder
Luis Bernal
Gustavo Pereira
Primo Cano
Felix Morales
Manuel Aquino
Sofia Achón



Jorge Parra



Jorge Kurita
Blas Vega



Eugenio Cano
Ariel



Ariel Guerrero

Colaboración Internacional

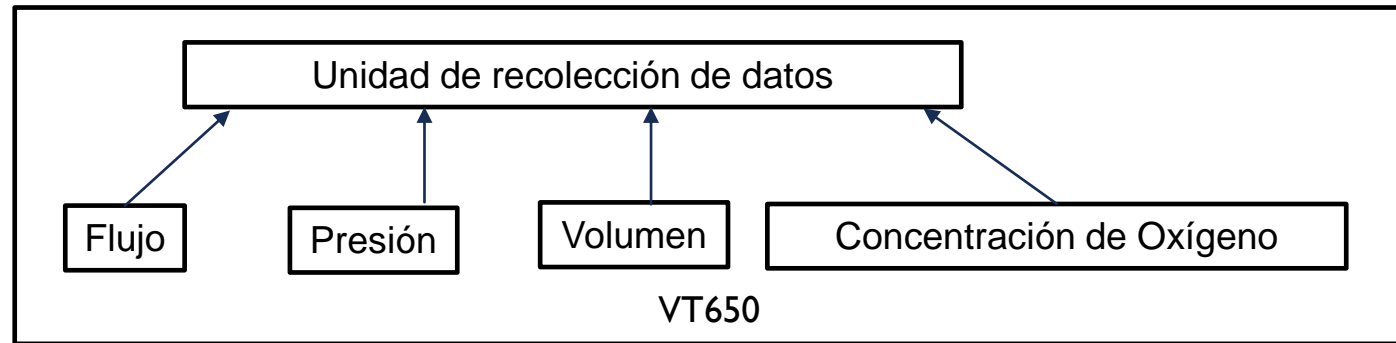
Ricardo	Argentina
Michael Krammer	USA
Sandra Buitrago	Peru

ENSAYOS DE TIPO: VERIFICACION Y VALIDACION



IEC60601-1

ISO 80601-2-12



Ventilador Pulmonar



Circuito paciente



Pulmón Artificial Variable



Seguridad Eléctrica:ESA615



EN QUE CONSISTEN LOS ENSAYOS



Caso	Resistencia (cmH ₂ O/l/s)	Complianza (ml/cmH ₂ O)
Leve	5	30
Puramente obstructivo	20	30
Puramente restrictivo	5	15
Obstrucción y Restricción	20	15



Ing. Gustavo Pereira



Sofía Achón

Variables	Rango de valores	Casos considerados
Volumen	250-550	200-250, 500, y 550-600
Frecuencia respiratoria (fr)	10 -30	12 y 20
I:E	1/2-1/3	1/2
PEEP	0-10	0, 5 y 10
Resistencia (cmH ₂ O/l/s)	5- 50	5, 20 y50
Complianza (ml/cmH ₂ O)	10- 50	10, 20 y 50
FiO ₂	21-100%	21%, 50-60 %y 90-100%

Capacitación con la Dra. Sandra Perez (Perú)



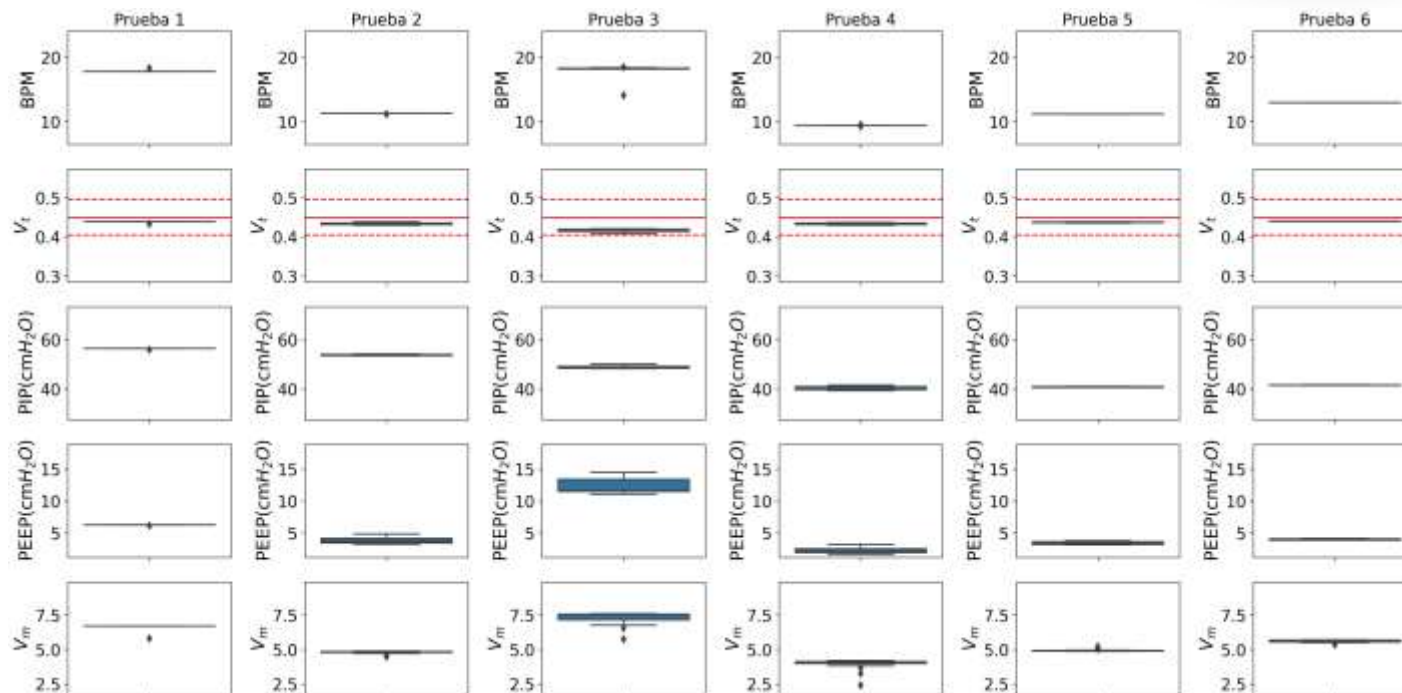
PRIMER ENSAYO CON EL VT900: PULMON FIJO



Rapidly Manufactured Ventilator System (RMVS)

Volume Controlled Ventilation Test (Compliance)

Test No	Test Lung Compliance ml/cmH ₂ O ± 10%	Test Lung Resistance cmH ₂ O/l/s ± 10%	Tidal Volume mls	Rate Min ⁻¹	I:E	O ₂ %	PEEP
1	50	5	500	20	1:2	50-60	5
2	50	5	500	20	1:2	90-100	5
3	50	5	500	12	1:2	50-60	5
4	50	5	500	12	1:2	90-100	5
5	50	5	500	20	1:2	50-60	10
6	50	5	500	20	1:2	90-100	10
7	50	5	500	12	1:2	50-60	10
8	50	5	500	12	1:2	90-100	10
9	50	5	500	20	1:2	50-60	15
10	50	5	500	20	1:2	90-100	15
11	50	5	500	12	1:2	50-60	15
12	50	5	500	12	1:2	90-100	15
13	20	5	500	20	1:2	50-60	5
14	20	5	500	20	1:2	90-100	5
15	20	5	500	12	1:2	50-60	5
16	20	5	500	12	1:2	90-100	5



SEGUNDO ENSAYO CON EL VT650: PULMON VARIABLE

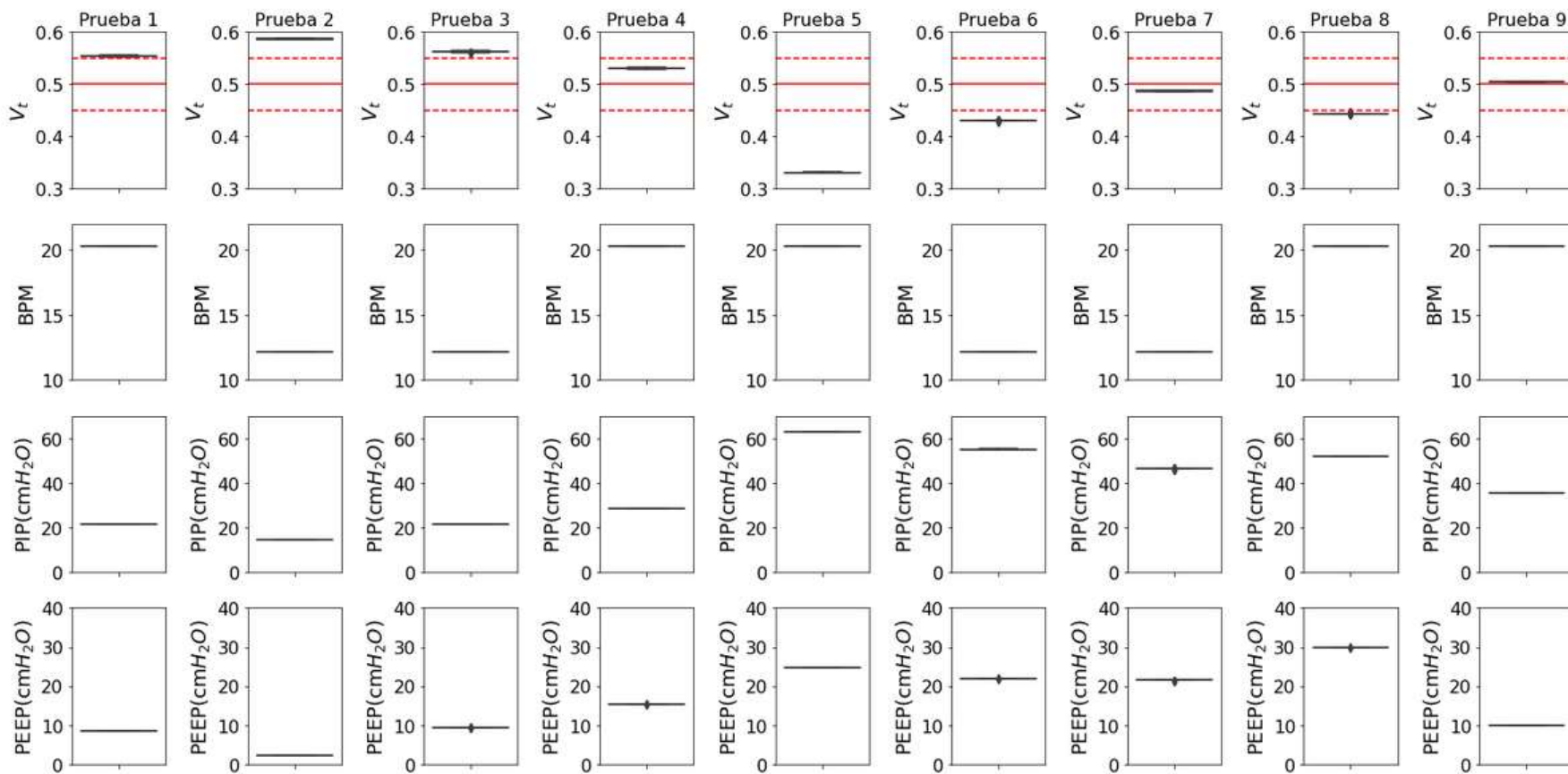


Equipos Propios

SEGUNDO ENSAYO CON EL VT650: PULMON VARIABLE

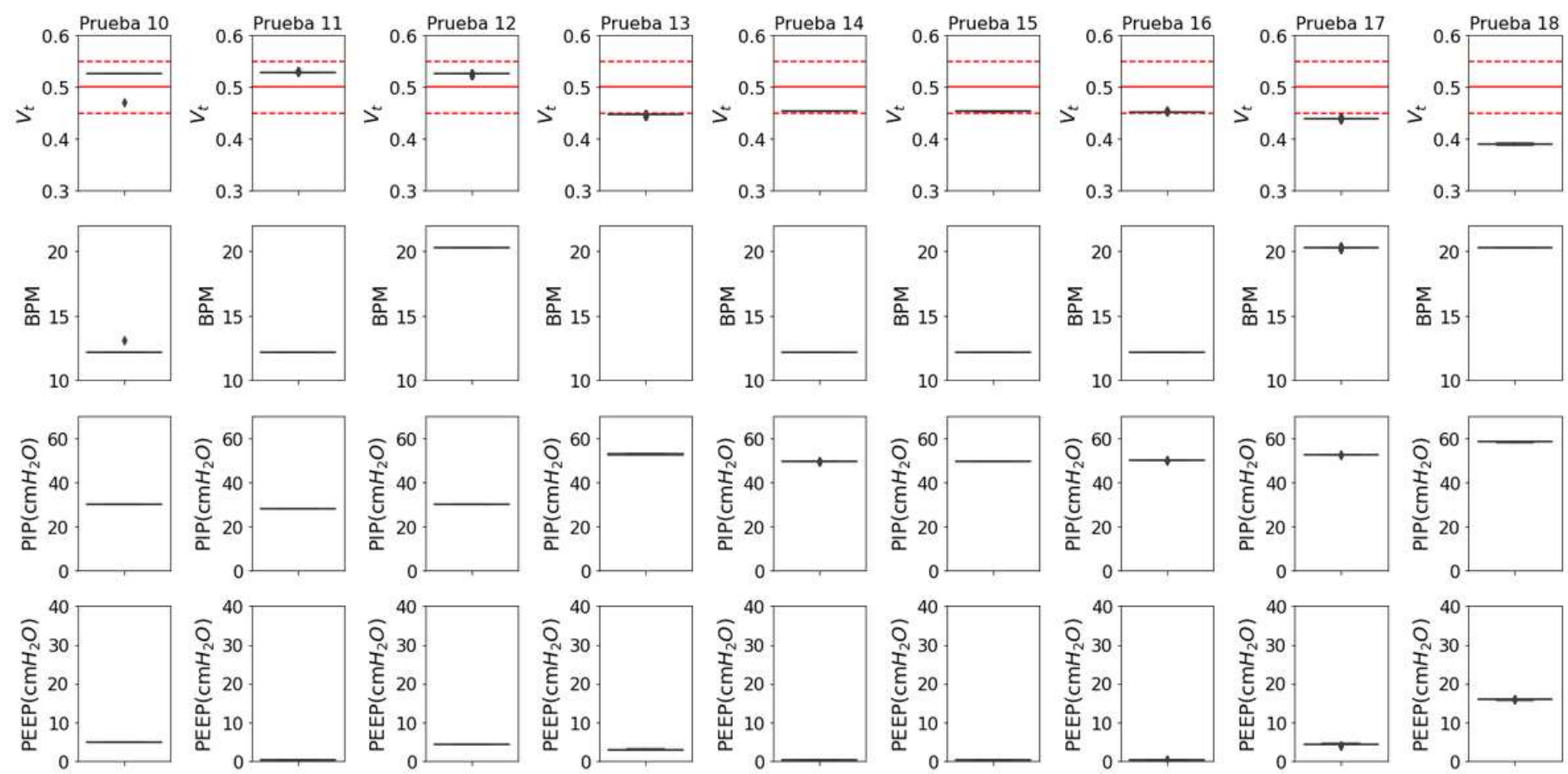


Despues de varias horas!!





SEGUNDO ENSAYO CON EL VT650: PULMON VARIABLE



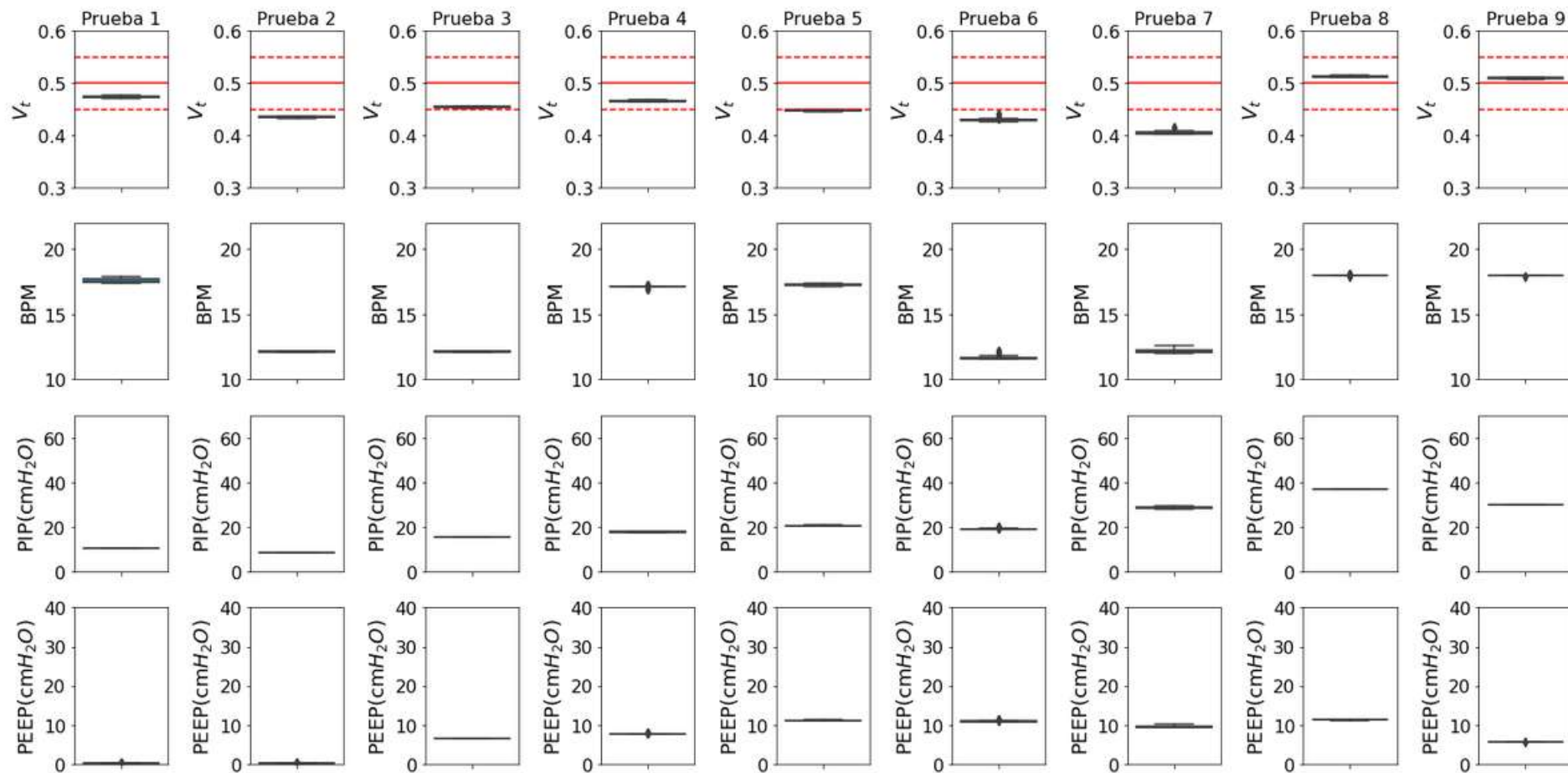
PRIMER ENSAYO EQUIPO ENCARNACIÓN: UNI



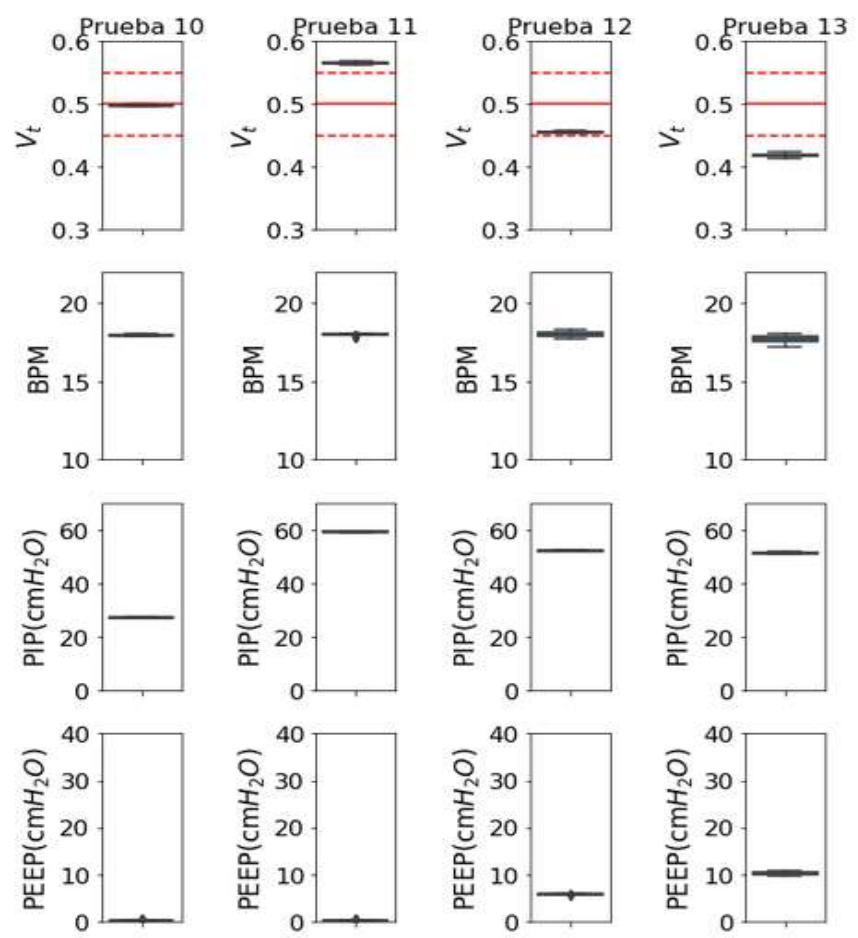
Ing José Cano



PRIMER ENSAYO CON EL VT650: PULMON VARIABLE



PRIMER ENSAYO CON EL VT650: PULMON VARIABLE



TERCER ENSAYO DE SEGURIDAD ELECTRICA



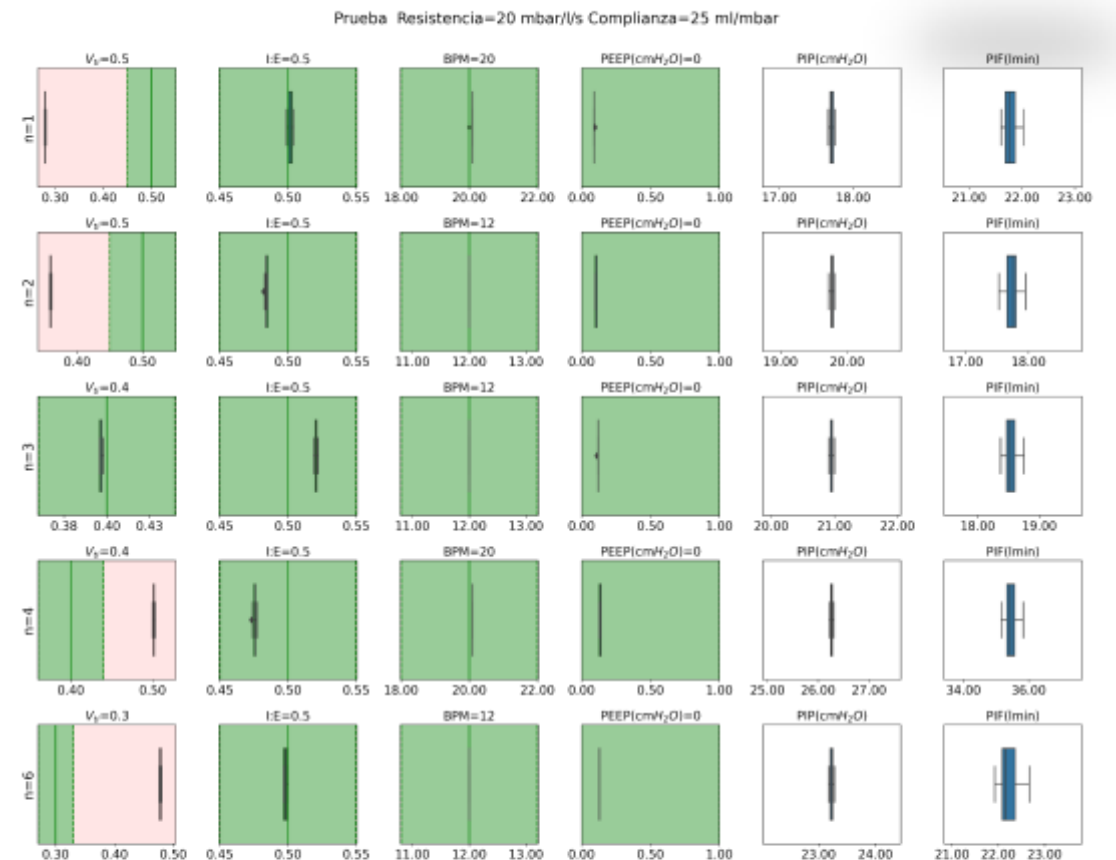
Test Name	Value	High Limits	Low Limits	Status
Protective Earth Resistance	0.135 Ohm	0.2	-	P
Insulation Resistance				
Mains to Protective Earth	999 MOhm	-	-	P
Mains to Non-Earth Accessible Conductive Part	999 MOhm	-	-	P
Mains Voltage				
Live to Neutral	221.6 V	-	-	P
Live to Earth	219.7 V	-	-	P
Neutral to Earth	2.0 V	-	-	P
Equipment Current	0.0 A	-	-	P
Earth Leakage				
Normal Condition	492 μ A- OPEN	5000	-	P
Normal Condition- Reversed Mains	19.0 μ A- OPEN	5000	-	P
Open Neutral- Reversed Mains	43.0 μ A- OPEN	10000	-	P
Normal Condition-Open Neutral	502 μ A- OPEN	10000	-	P
Touch Current				
Normal Condition	0.6 μ A- OPEN	100	-	P
Open Earth-Reversed Mains	0.5 μ A- OPEN	500	-	P
Normal Condition- Reversed Mains	0.5 μ A- OPEN	100	-	P
Open Neutral-Reversed Mains	0.5 μ A- OPEN	500	-	P
Normal Condition-Open Neutral	0.6 μ A- OPEN	500	-	P
Normal Condition-Open Earth	1.2 μ A- OPEN	500	-	P



PRUEBAS CON EL EQUIPO DE ENGINEERING



Engineering SAECA , ROINPAR y OD Electromedicina



TAMBIEN PODEMOS EVALUAR



Equipos donados (sin representante)

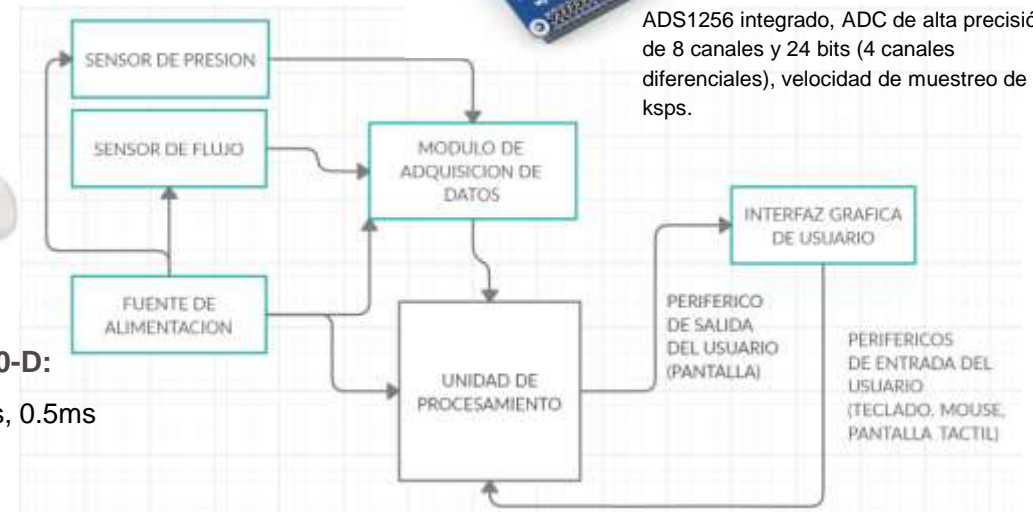
BANCO DE PRUEBAS DE BAJO COSTO



Número	Categoría	Requerimiento
1	Sensores	El banco de debe ser capaz de medir Presión, Flujo y Volumen. Opciones adicionales: Sensores de concentración de Oxígeno y Humedad.
2	Módulo de adquisición de datos	Capacidad de digitalizar señales analógicas con alta resolución y tasa de muestreo.
3	Unidad de procesamiento	Capacidad de registrar datos con una alta tasa de muestreo (como mínimo, 200 muestras por segundo) Comunicarse con la Interfaz gráfica de usuario.
4	Interfaz Gráfica de Usuario	Interfaz de usuario táctil y fácil de interpretar.
5	Costo	El costo debe ser menor a 1000 dólares

26PCBFB6G:

± 5 psi ($\pm 34,47$ kPa), (Max) ± 20 psi ($\pm 137,9$ kPa), Exactitud: $\pm 0,5\%$.



ADS1256 integrado, ADC de alta precisión de 8 canales y 24 bits (4 canales diferenciales), velocidad de muestreo de 30 ksp/s.

Sensirion SFM3300-D:

± 250 SLPM, 14bits, 0.5ms



Sensor Fs6 I22 Series

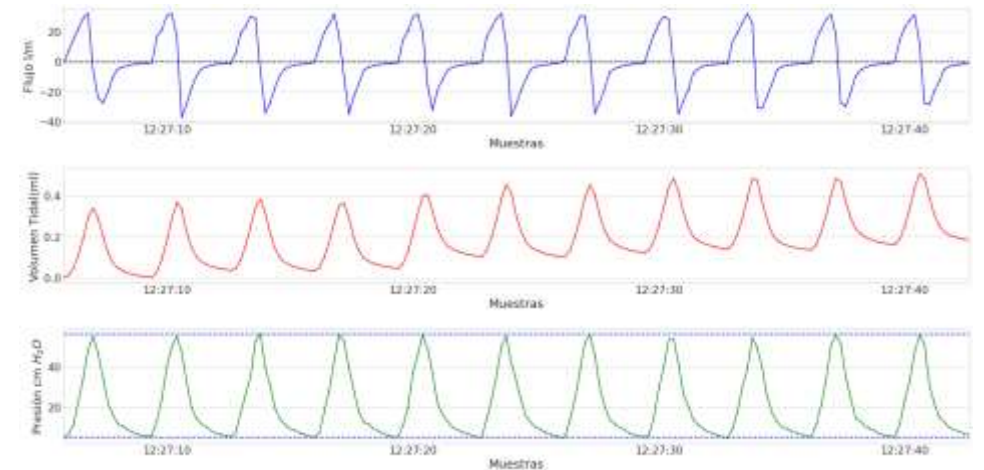
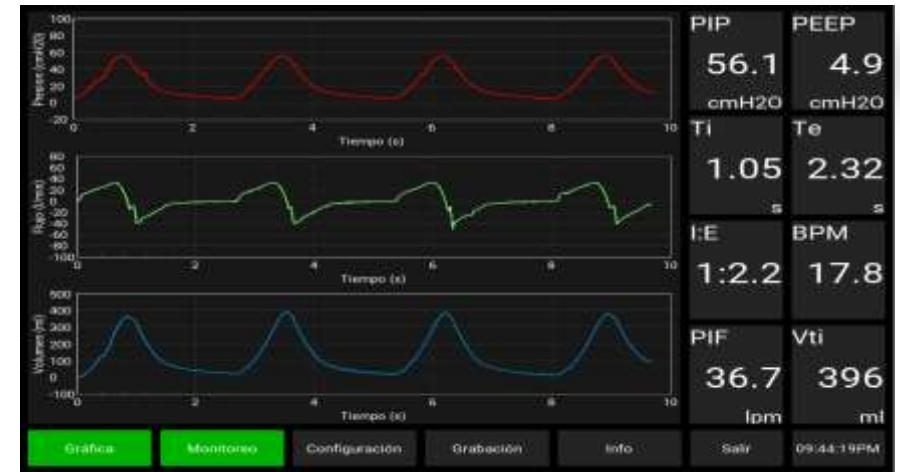
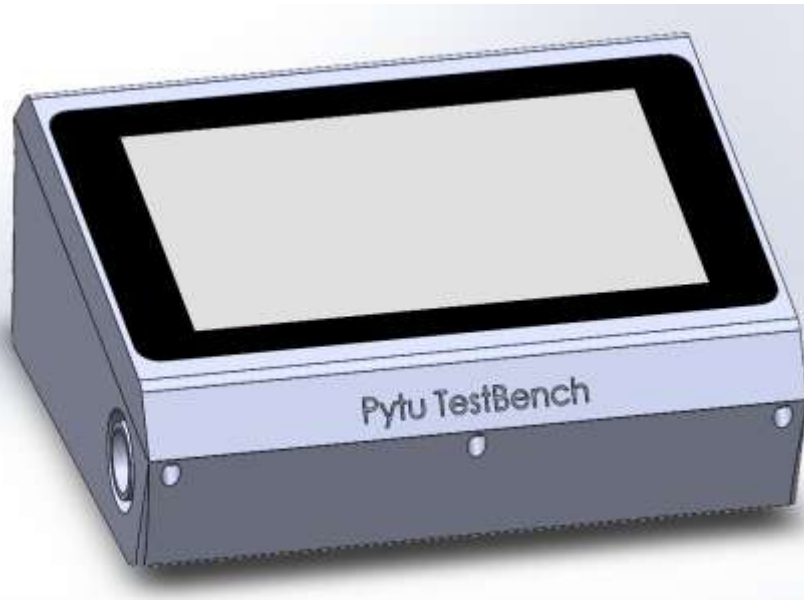


Ing Félix Morales



Ing Luis Bernal

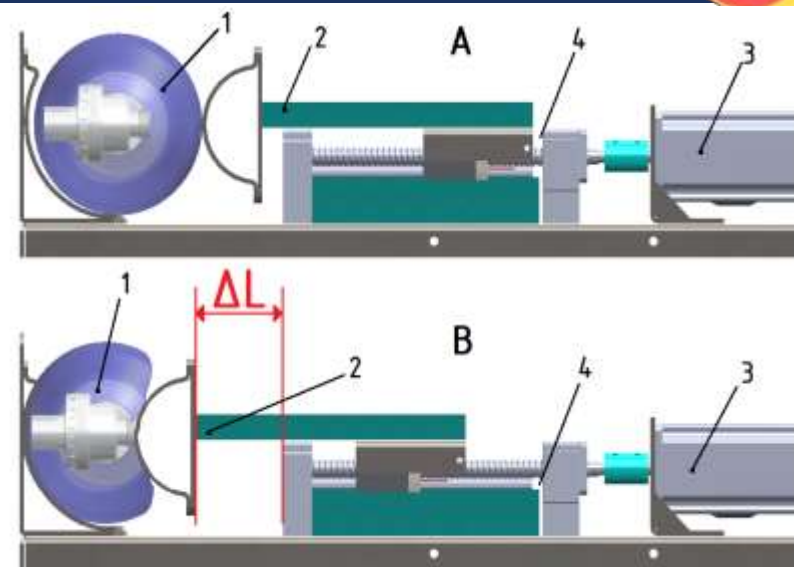
BANCO DE PRUEBAS DE BAJO COSTO



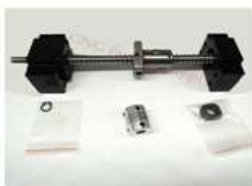
PROTOTIPO



Ing Eladio Manuel Aquino



1



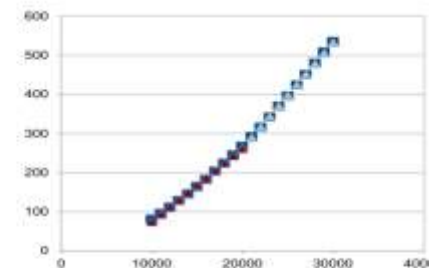
2



3



Pulsos	Volumen (ml)
30000	535
29000	508
28000	480
27000	451
26000	424
25000	396
24000	370
23000	342
22000	316
21000	292
20000	267
19000	245
18000	224
17000	203
16000	182
15000	164
14000	145
13000	128
12000	111
11000	95
10000	80



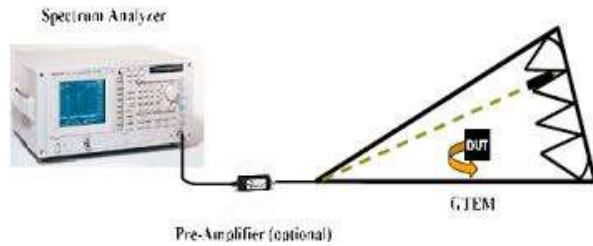
Regresión		Regresión	
Modelo de regresión	Lineal	Modelo Lineal	Lineal
R ²	0,996487329	R ²	0,9994099
Error estándar	3,900142448	Error est.	2,112015
Pendiente	0,018736304	Pendiente	0,026882
Intersección	-113,4008008	Intersección	-276,273

ENSAYOS DE PRECOMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA



Pre-compatibilidad
Electromagnética

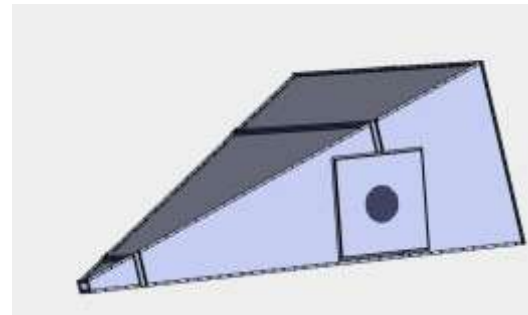
IEC60601-1-2



Ing. Blas Vega (AEP)
Dr. Jorge Kurita (AEP)

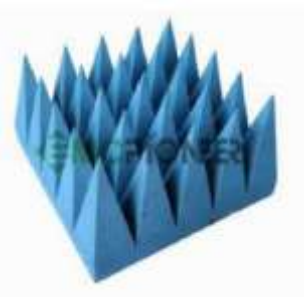
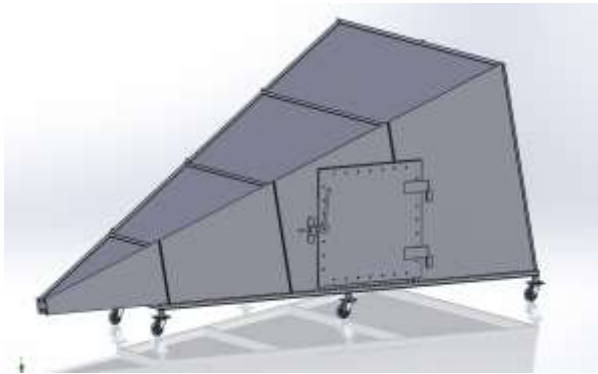


UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD DE
INGENIERÍA



INSTITUTO NACIONAL DE
TECNOLOGÍA,
NORMALIZACIÓN Y
METROLOGÍA

PRIMERA CELDA ELECTROMAGNÉTICA (MADE IN PY)

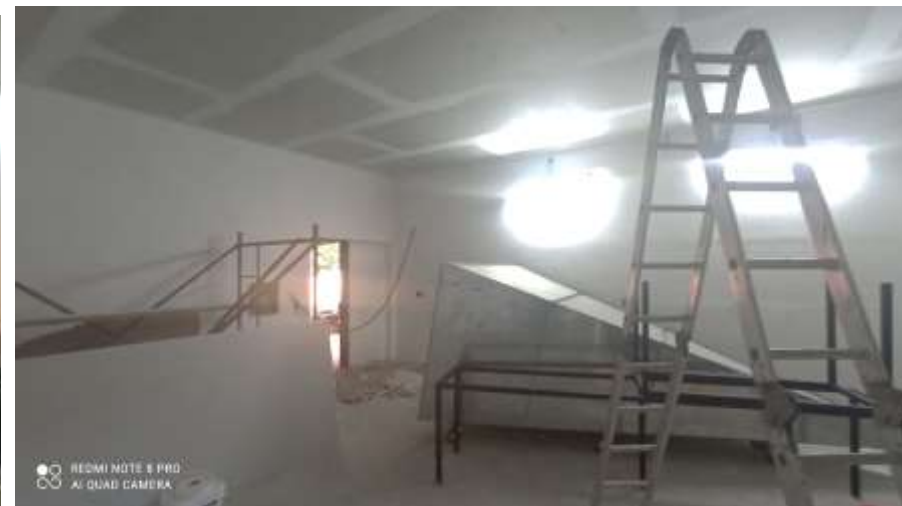


Construido en Engineering (Sin Costo)

ENSAYOS DE PRECOMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA



ADECUACIÓN EDILICIA



ADECUACIÓN EDILICIA



ADECUACIÓN EDILICIA



REDMI NOTE 8 PRO
AI QUAD CAMERA

ADECUACIÓN EDILICIA



Laborario de Electrotecnia. Ing. Vicente Sosa, Ing. Santiago y auxiliares de laboratorio

ADECUACIÓN EDILICIA



Extensión de la malla para la puesta de tierra del laboratorio de ensayos. El trabajo es realizado por docentes y estudiantes del laboratorio de Electrotecnia con el apoyo de la Dirección de Mantenimiento.



TRABAJO EN CONGRESOS

V Encuentro de investigadores

Construyendo el conocimiento científico en el Paraguay

Cuando 9-12 de NOV Social #EDI5TAEDICION



Pytu

Publicado por Diego Stalder · 13 de noviembre de 2020 ·

Regístrese en el V Encuentro de Investigadores de la Sociedad Científica para ver los resultados preliminares.
<https://www.encuentroinvestigadores.com/poster/290>

ANÁLISIS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS CON EL PROTOTIPO DE UN VENTILADOR MECÁNICO DE EMERGENCIA

AUTORES

Manuel Aquino, Diego Stalder, Félix Morales, Juan Manuel De Ego, Cesar Peña

CONTACTO

manuel.aquino2@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El gran número de personas afectadas por la pandemia generó un disparo en la demanda mundial de ventiladores que saturó la capacidad de las cadenas de suministro existentes, especialmente en algunas regiones donde el suministro transfronterizo se ha interrumpido. En los últimos meses la comunidad internacional ha conformado grupos multidisciplinares para diseñar y fabricar ventiladores abiertos. Incluye fabricantes de automóviles, la NASA ha publicado sus propios diseños. Uno de los diseños que atrajo la mayor atención ha consistido en la automatización de los ventiladores manuales (Bibula-Válvula-Máscara, más conocida como Ambu). El mismo es una parte necesaria de los kits de reanimación que profesionales capacitados en entornos extra-hospitalarios (ambulancias) y en la mayoría de los casos dentro de las salas de emergencias de los hospitales. En Paraguay se conformó un grupo conformado dentro del Comité Científico del Conacyt para la contingencia contra el COVID-19, el mismo coordinó un grupo multidisciplinario de ingenieros, físicos, químicos y médicos paraguayos para coordinar esfuerzos y desarrollar respiradores nacionales en tiempo récord. Este trabajo presenta el análisis preliminar de los ensayos del prototipo de un ventilador pulmonar de emergencia.

VIDEO EXPLICATIVO



"Análisis y resultados de los ensayos realizados con el prototipo de un ventilador mecánico de emergencia"

Manuel Aquino, Cesar Peña, Juan Manuel De Ego, Félix Morales, Diego Stalder, Gustavo Pensa

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción



Pytu

Publicado por Diego Stalder · 13 de noviembre de 2020 ·

Regístrese en el V Encuentro de Investigadores de la Sociedad Científica para ver los resultados preliminares.
<https://www.encuentroinvestigadores.com/poster/217>

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE BAJO COSTO PARA EL ENSAYO DE VENTILADORES MECÁNICOS

AUTORES

Félix Morales, Diego Stalder, Orlando Delgado

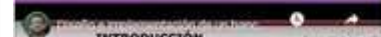
CONTACTO

manuel.aquino2@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La pandemia mundial de COVID-19 ha generado una crisis en los sistemas de salud debido a la falta de recursos humanos, equipos médicos y protección sanitaria. Considerando que la COVID-19 afecta al sistema respiratorio, los ventiladores mecánicos pasaron a ser los equipos médicos con mayor demanda a nivel nacional e internacional. En este contexto, la comunidad científica, la industria, médicos y profesionales de otras áreas de la ingeniería han propuesto diversos prototipos que necesitan pasar por un proceso de verificación y validación antes de ser fabricados y comercializados. La verificación permite garantizar que un determinado prototipo funcione dentro de las especificaciones de diseño. Sin embargo, los analizadores de gases que pueden utilizarse para esta fase tienen un costo elevado (mayor a 10000 dólares americanos). Por este motivo, este trabajo propone el diseño e implementación de un banco de pruebas de bajo costo (denominado Pytu Testbench) que permitirá comprobar la predicción de los parámetros respiratorios (presión, flujo y volumen) controlados por los ventiladores mecánicos en desarrollo.

VIDEO EXPLICATIVO



INTRODUCCIÓN

Considerando que la COVID-19 afecta al sistema respiratorio, los ventiladores mecánicos pasaron a ser los equipos médicos con mayor demanda a nivel nacional e internacional. En este contexto, la comunidad científica y profesionales de otras áreas de la ingeniería han desarrollado diversos prototipos que necesitan pasar por un proceso de verificación y validación antes de ser fabricados y comercializados. La verificación permite garantizar que un determinado prototipo funcione dentro de las especificaciones de diseño. Sin embargo, los analizadores de gases que pueden utilizarse para esta fase tienen un costo elevado. Por este motivo, este trabajo propone el diseño e implementación de un banco de pruebas de bajo costo (denominado Pytu Testbench). El mismo permitirá evaluar la eficacia de los ventiladores mecánicos en desarrollo, asegurando y evaluando los parámetros respiratorios controlados.

AUTORES

Félix Morales, Diego Stalder, Orlando Delgado

CONTACTO

manuel.aquino2@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La pandemia mundial de COVID-19 ha generado una crisis en los sistemas de salud debido a la falta de recursos humanos, equipos médicos y protección sanitaria. Considerando que la COVID-19 afecta al sistema respiratorio, los ventiladores mecánicos pasaron a ser los equipos médicos con mayor demanda a nivel nacional e internacional. En este contexto, la comunidad científica, la industria, médicos y profesionales de otras áreas de la ingeniería han propuesto diversos prototipos que necesitan pasar por un proceso de verificación y validación antes de ser fabricados y comercializados. La verificación permite garantizar que un determinado prototipo funcione dentro de las especificaciones de diseño. Sin embargo, los analizadores de gases que pueden utilizarse para esta fase tienen un costo elevado (mayor a 10000 dólares americanos). Por este motivo, este trabajo propone el diseño e implementación de un banco de pruebas de bajo costo (denominado Pytu Testbench) que permitirá comprobar la predicción de los parámetros respiratorios (presión, flujo y volumen) controlados por los ventiladores mecánicos en desarrollo.

VIDEO EXPLICATIVO



INTRODUCCIÓN

Considerando que la COVID-19 afecta al sistema respiratorio, los ventiladores mecánicos pasaron a ser los equipos médicos con mayor demanda a nivel nacional e internacional. En este contexto, la comunidad científica y profesionales de otras áreas de la ingeniería han desarrollado diversos prototipos que necesitan pasar por un proceso de verificación y validación antes de ser fabricados y comercializados. La verificación permite garantizar que un determinado prototipo funcione dentro de las especificaciones de diseño. Sin embargo, los analizadores de gases que pueden utilizarse para esta fase tienen un costo elevado. Por este motivo, este trabajo propone el diseño e implementación de un banco de pruebas de bajo costo (denominado Pytu Testbench). El mismo permitirá evaluar la eficacia de los ventiladores mecánicos en desarrollo, asegurando y evaluando los parámetros respiratorios controlados.

TRABAJO EN CONGRESOS

Presentación del Ing. Eladio Manuel Aquino en la Jornada Jóvenes Investigadores de la UNA



YOUTUBE.COM

1ER. PUESTO TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN - T05 -
Eladio Manuel Aquino Becker



Pytu Pytu
Publicado por Diego Stalder · 28 de octubre de 2020 ·

Presentación del Ing. Manuel Aquino en la Jornada de Jóvenes Investigadores de la AUGM, representando a la UNA en el eje interdisciplinario. [Asociación de Universidades Grupo Montevideo](#)



COLABORACIÓN INTERNACIONAL



CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CONACYT





PhD.
Univ
https

Dirigido
Miércoles

En el marco
cofinancia





Proyectar Innova se  siente feliz con Riki Rodriguez y Leandro Planas en Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.
21 de diciembre de 2019 - 

   Inauguración de la primera Incubadora y Fábrica Multipropósito de Tecnología Médica del país 



Pytu
Publicado por Diego Stalder - 14 de diciembre de 2020 - 

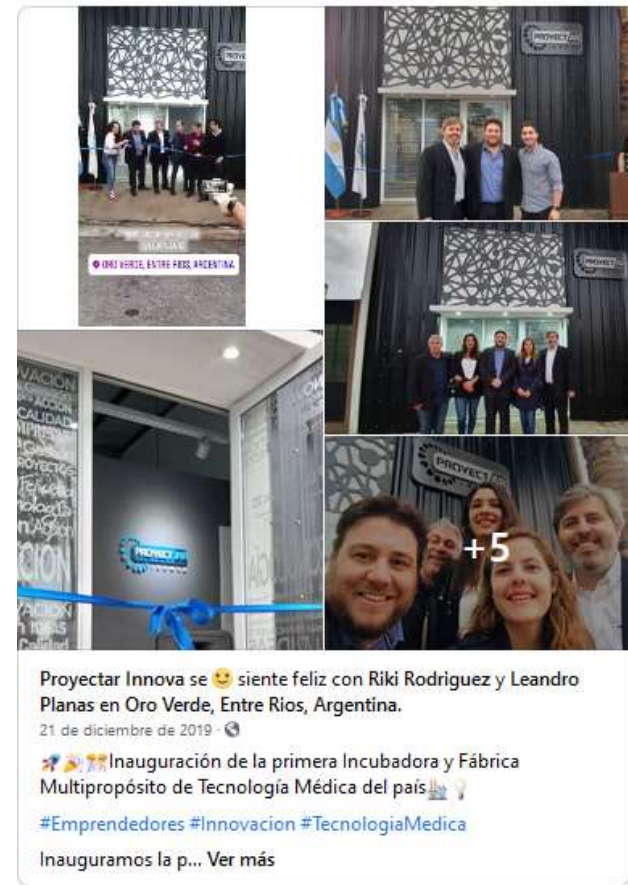
Pytu
Publicado por Diego Stalder - 10 de diciembre de 2020 - 

La capacitación contó con las contribuciones de la doctora SANDRA MILENA PEREZ BUITRAGO (Investigadora Asociada al Proyecto CONACYT) quien es profesora de Ingeniería Biomédica de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Médicas de la Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín-Colombia y con colaboraciones de la Universidad de Purdue, USA, y la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Tiene 10 años de experiencia en temas ... Ver más



PROYECCIONES FUTURAS

1. Incorporar Recursos Humanos
2. Prestar Servicios
3. Incubar Empresas de Base Tecnológica



PYTU
@respirapydiy



Pytu
21 de marzo · 🌐

PYTU
@respirapydiy

Pytu actualizó la dirección de su sitio web.

👍 1

DSTALDER@ING.UNA.PY



IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE ENSAYOS PARA VENTILADORES PULMONARES NACIONALES



