



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE INOVAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA



SEMINARIO DE INGENIERIA BIOMÉDICA

"Ejercicios ventilatorios en Medicina Intensiva pediátrica con Play Blow, wearable con App de fisioterapia neumocardiológica"

Prof. Msc. Vandersilvio da Silva

24 de abril de 2024

Índice

1. El Problema
2. Proyecto Play Blow
3. Equipo
4. La solución
5. El primer juego
6. Desarrollo del Hardware
7. Espirometría
8. Sensores
9. Microcontrolador y Protótipos
10. Dispositivo de Inhalación y Exhalación
11. Avances
12. Proximos pasos

El Problema

Pacientes pediátricos presentan una alta resistencia para la realización de ejercicios respiratorios indicados durante el tratamiento fisioterapéutico.



Como usar um espirômetro de incentivo

blausen

Imagen retirada de https://external-content.duckduckgo.com/iu/?u=https%3A%2F%2Fwww.msdmanuals.com%2F-%2Fmedia%2Fmanual%2Fhome%2Fimages%2Fi%2Fn%2Fc%2Fincentive_spirometer_high_blausen_pt.jpg%3Fmw%3D704%26thn%3D0%26sc_lang%3Dpt-br&f=1&nofb=1&ipt=74330d7fbe63f0b550270925cf914d2b97455129b004e341fab3042037b3a949&tipo=images

Projeto Play Blow

Desarrollar un juego virtual utilizando animaciones lúdicas para incentivar a los niños a realizar ejercicios ventilatorios, aplicando modelos ventilatorios voluntarios con el fin de mejorar la capacidad pulmonar y la educación ventilatoria.

Unidad ejecutora:



Instituciones colaboradoras:



Financiación:



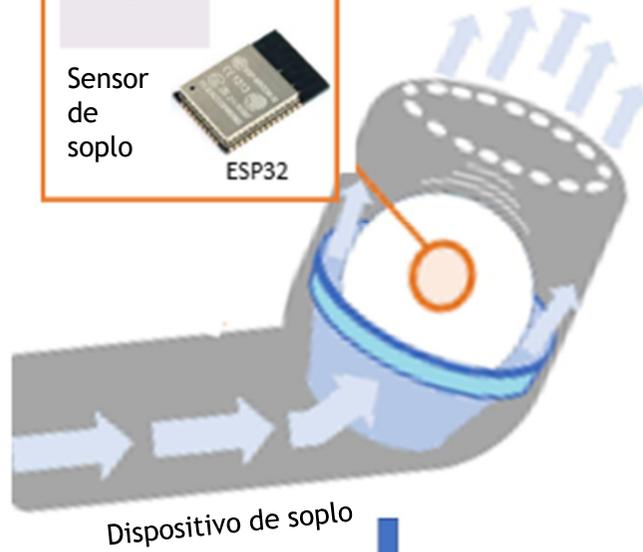
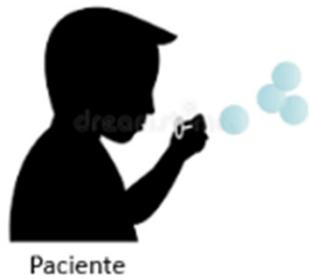
GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE INOVAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Equipo

- ▶ Multidisciplinar
- ▶ Universidad Feevale: profesores, estudiantes y becarios de varias carreras: Ciencias de la computación, Diseño, Ingeniería Eléctrica, Juegos Digitales.
- ▶ Hospital Conceição: profesionales de la Salud, Medicina y fisioterapia.
- ▶ SKA Engenharia: Ingeniero Mecánico

Solución: Arquitectura general del sistema

Centro de adquisición



Feedback del juego



Bluetooth



Análisis individuales y colectivas



FISIOTERAPIA

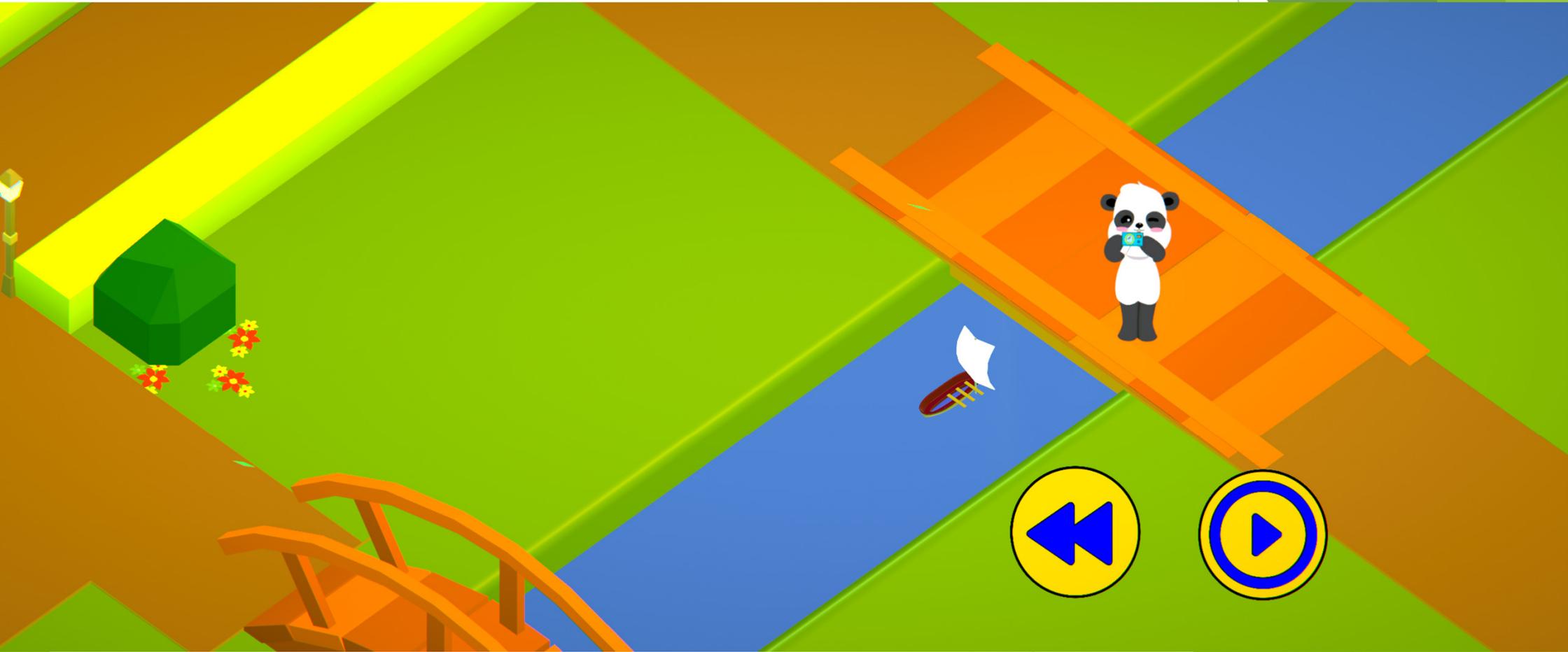
Desarrollo del primer juego
esta es la imagen inicial



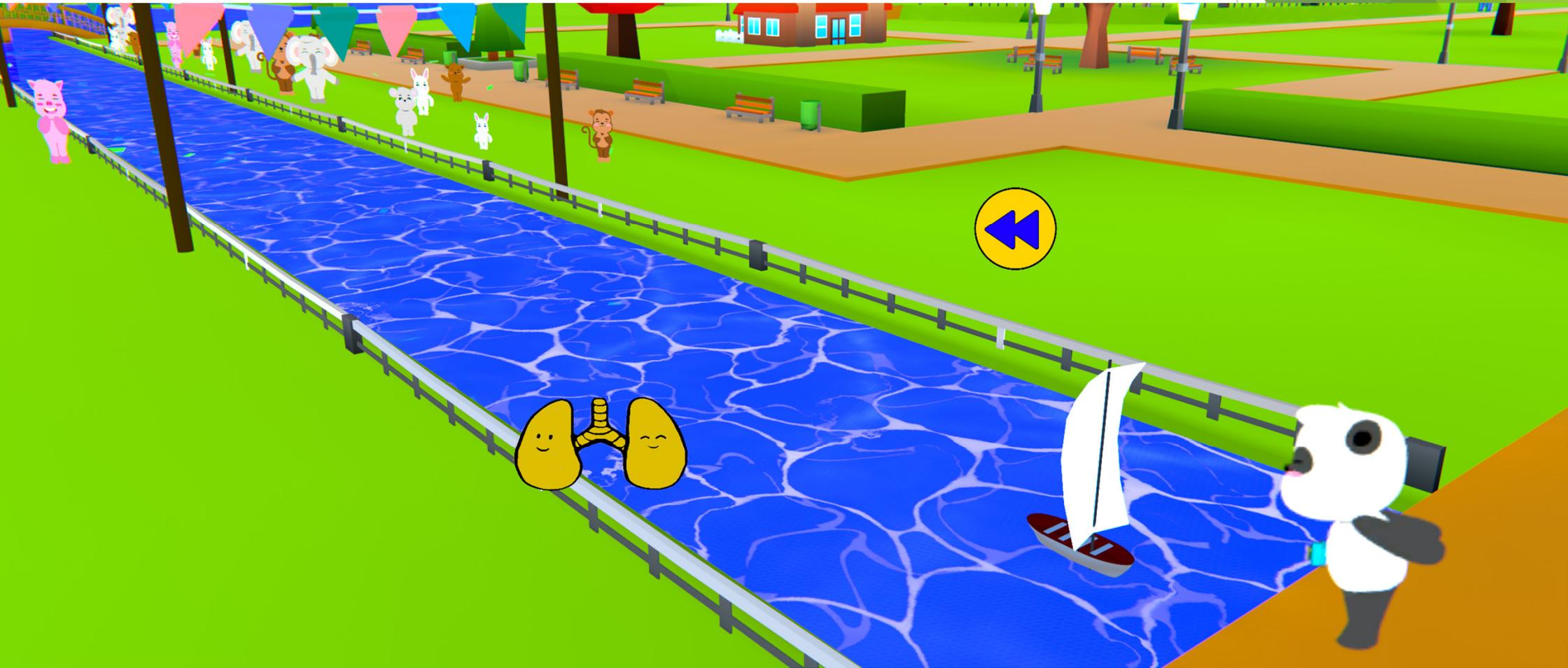
Desarrollo del primer juego
A continuación tenemos un parque de atracciones.



Acercándonos al primer juego



Aquí tendremos un osito de peluche que
hará volar un barco.



Vamos a hacer una DEMOSTRACIÓN:



Desarrollo del Hardware (Centro de adquisición)

- ▶ Espirometría
 - ▶ Estudio de las soluciones
- ▶ Sensores
 - ▶ Investigación sobre sensores de presión.
- ▶ Microcontrolador
 - ▶ Investigación de CPU con interfaz para el sensor, conexión sin cables.
- ▶ Dispositivo para inhalación y exhalación
 - ▶ Investigación de una solución poco costosa y funcional.

Espirometría

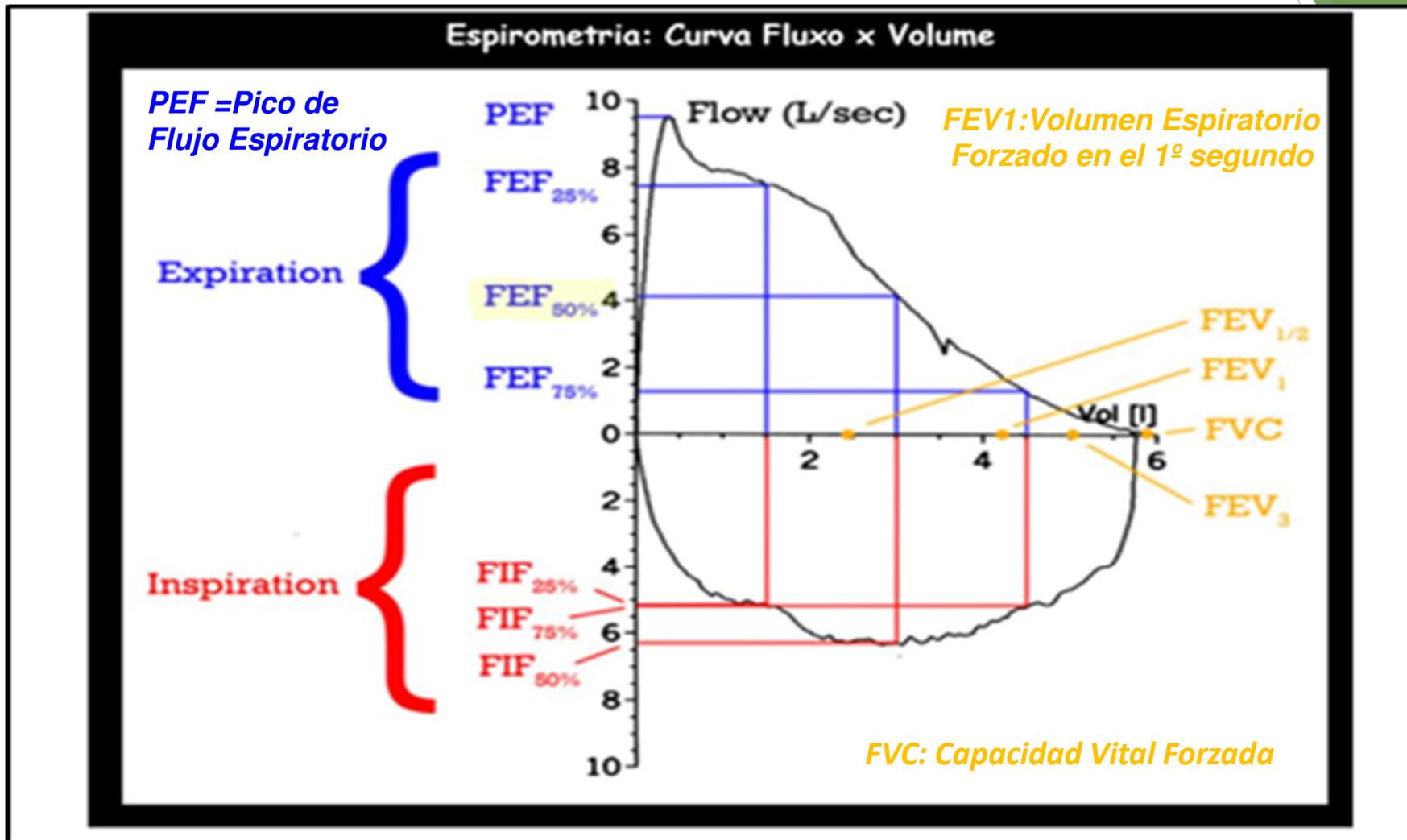


Figura retirada de <http://profisio.com.br/espirometria/>

Espirometría - conceptos

Neumotacógrafo: mide el flujo de aire por medio de la variación de presión.

Espirómetro mide el volumen de aire inhalado o exhalado y puede utilizar neumotacógrafos con elementos oclusivos (capilares o porosos)

Manovacúmetro: mide la presión máxima, (de inhalación y exhalación).



Imágenes retiradas de:
<https://www.fisiointelecto.com/2022/04/manovacuumetria.html>

Conceptos basados en:
<https://www.fisiointelecto.com/2022/04/manovacuumetria.html> e (FORTUNA, 1992)

Ejemplos de NEUMOTACÓGRAFO y MANOVACUÓMETRO (estos fueron obtenidos de otro artículo)



Imágenes retiradas de <https://udescmove2learn.wordpress.com/2018/04/26/i-blue-it/#more-344>

Dispositivo Híbrido: NEUMOTACÓGRAFO y MANOVACUÓMETRO



Imagen retirada de <https://www.sbgames.org/sbgames2019/files/papers/ArtesDesignFull/198352.pdf>

Espirometría - neumatógrafo de Fleish

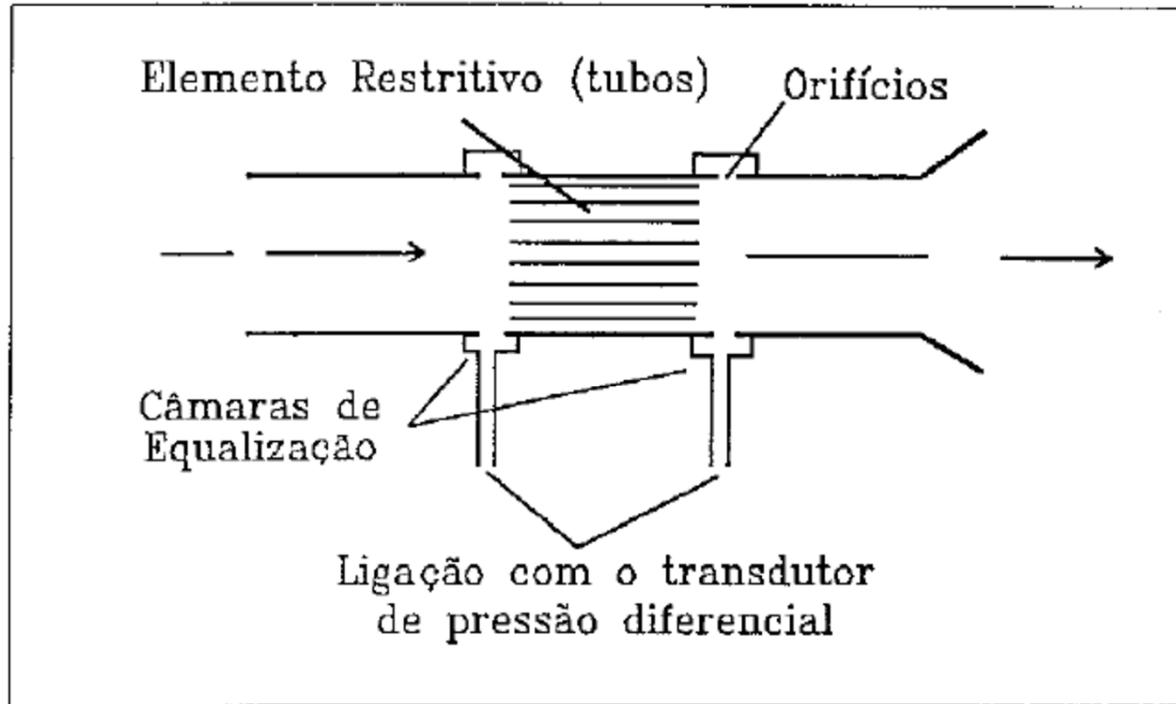


Figura 10
Pneumatógrafo de Fleish (corte).

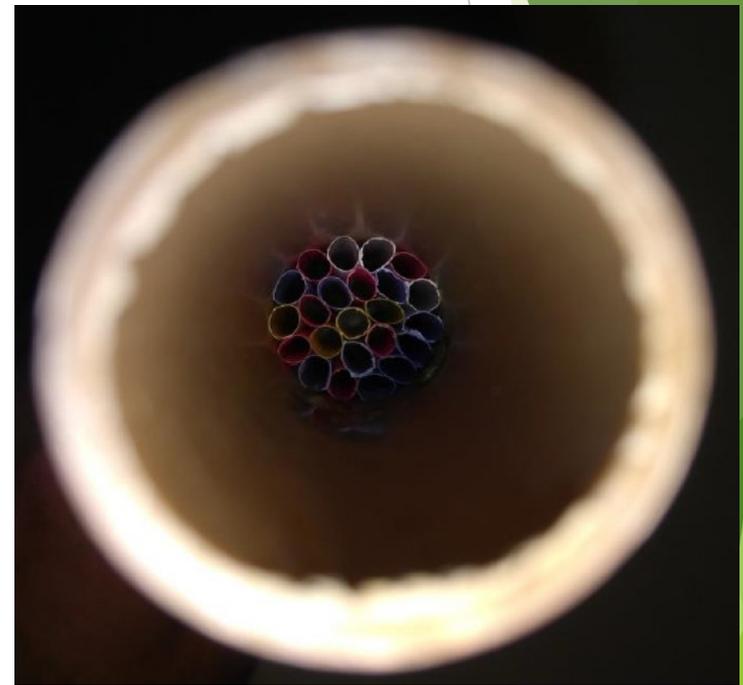
El Pitaco (GRIMES, 2018), utiliza este principio con sorbetes.

En estos aparatos, la variación de la presión es sensiblemente lineal con el flujo de gases.

Conjunto de tubos de diámetro reducido (de 0,8 mm a 0,3 mm), con la función de convertir al flujo gaseoso en laminar. Esto contribuye para que la pérdida de carga sea proporcional con el flujo de gases.

Retirado de <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/41962>

PITACO, ejemplo de neumatógrafo de Fleish



Imágenes retiradas de: <https://udescmove2learn.wordpress.com/2018/04/26/i-blue-it/#more-344>

Espirometría - Neumatógrafo de Tela

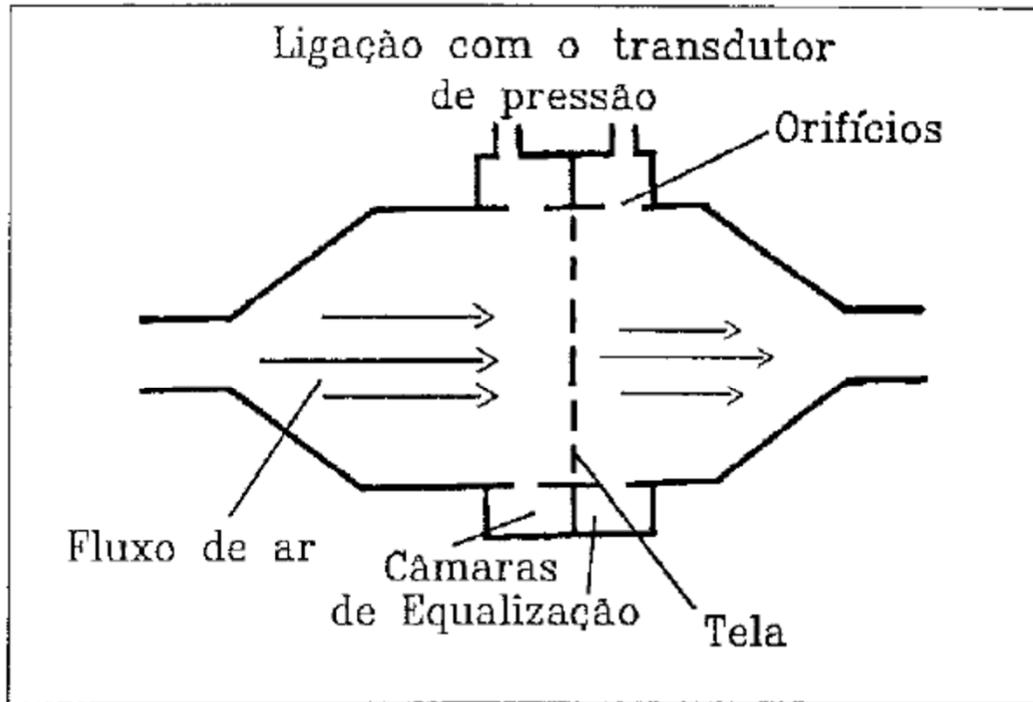


Figura 11

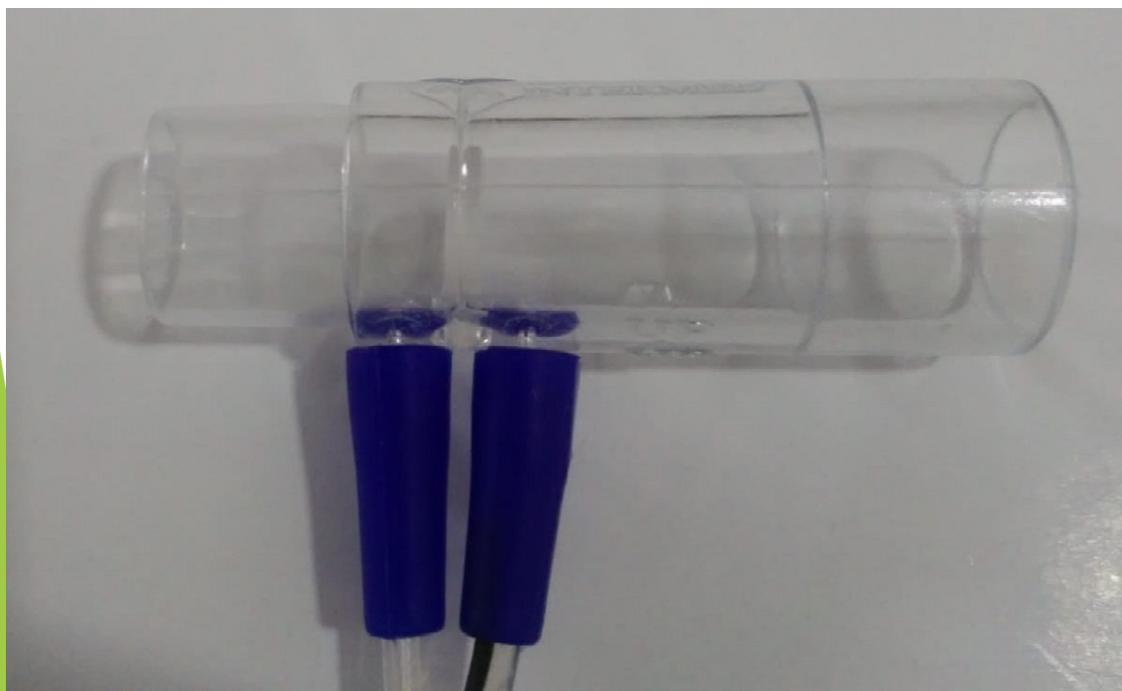
Pneumatógrafo de tela (corte).

Teóricamente, ocurre una pérdida de precisión en las medidas, mientras más grande y más turbulento sea el flujo, pues, en este caso, la diferencia de presión deja de ser homogénea.

Tela para evitar el pasaje de aire. Con relación al dispositivo anterior, este tiene como desventaja la producción de turbulencias para altos flujos de aire (el flujo deja de ser laminar).

Retirado de <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/41962>

Espirometría - Adquisición de 2 neumatógrafos de Tela



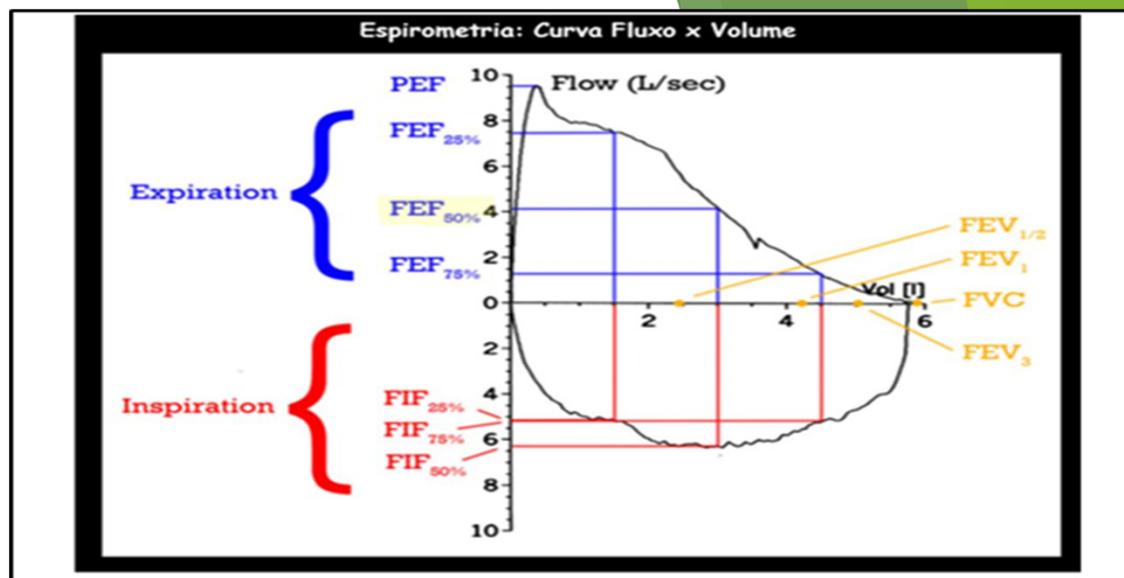
Espirometria - Adquisición de 2 neumatógrafos de Tela



Espirometría - adquisición de 2 neumatógrafos de Tela



Sensores



	SENSOR	Range Volts	Med Presión
FORTUNA,1992	MPX2010DP	0 à 25mV	0 a 10KPa
GRIMES,2018	MPX5010DP	0.2 to 4.7 V	0 a 10KPa
SANTOS,2018	MPX5700AP	0.2 to 4.7 V	15 to 700 kPa
FEEVALE	MPX5500DP	0.2 to 4.7 V	0 to 500 kPa
FEEVALE	XGZP6897A	0.2 a 2.7V	-50 a 50KPa
FEEVALE	MPXV7025DP	0.2 to 4.7 V	-25 to 25 kPa

Sensores - adquiridos y puestos a prueba



MPX5500DP
0 a 500kPa



XGZP6897A
-50 a 50kPa



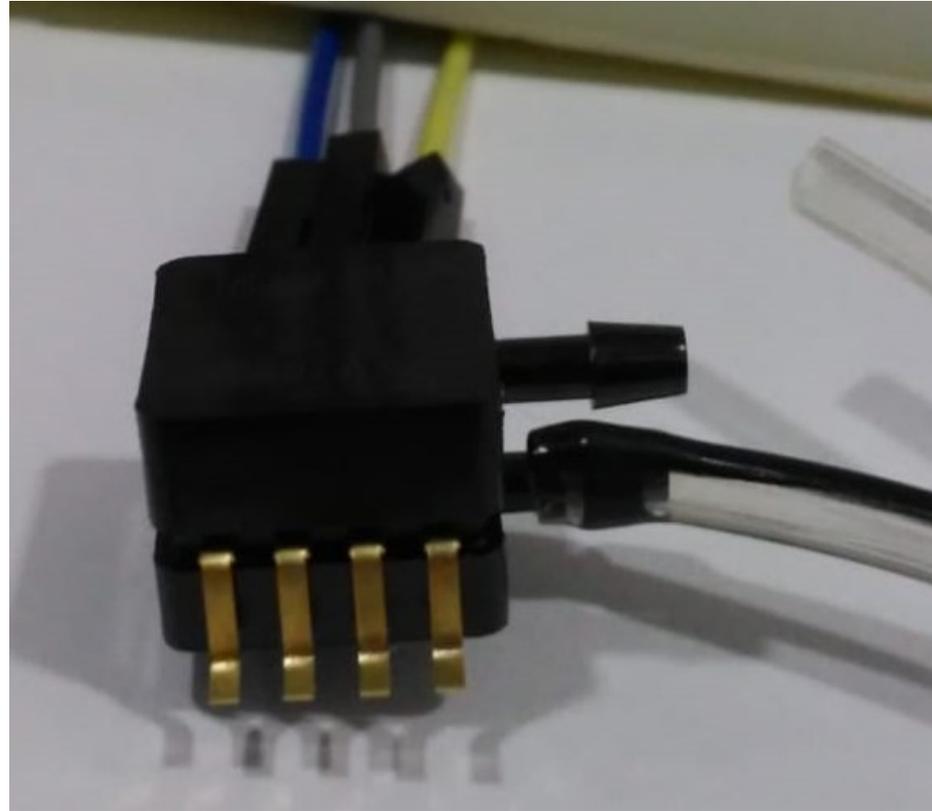
MPX7025DP
-25 a 25kPa

Valores máximos de Pi y PE - Para escoger el sensor

INTERVALOS DE REFERÊNCIA	INSPIRACIÓN		EXPIRACIÓN	
	PImáx(cm H2O)	Pimáx(KPa)	PEmáx(cm H2O)	PEmáx(KPa)
Niños (7 a 13 años)	77 a 114	7,55 a 11,18	99 a 161	9,71 a 15,79
Niñas (7 a 13 años)	71 a 108	6,96 a 10,59	74 a 126	7,26 a 12,36
Adolescentes (13 a 35 años?) Masc.	114 a 121	11,18 a 11,87	131 a 161	12,85 a 15,79
Adolescentes (13 a 35 años?) Fem.	65 a 85	6,37 a 8,34	92 a 95	9,02 a 9,32

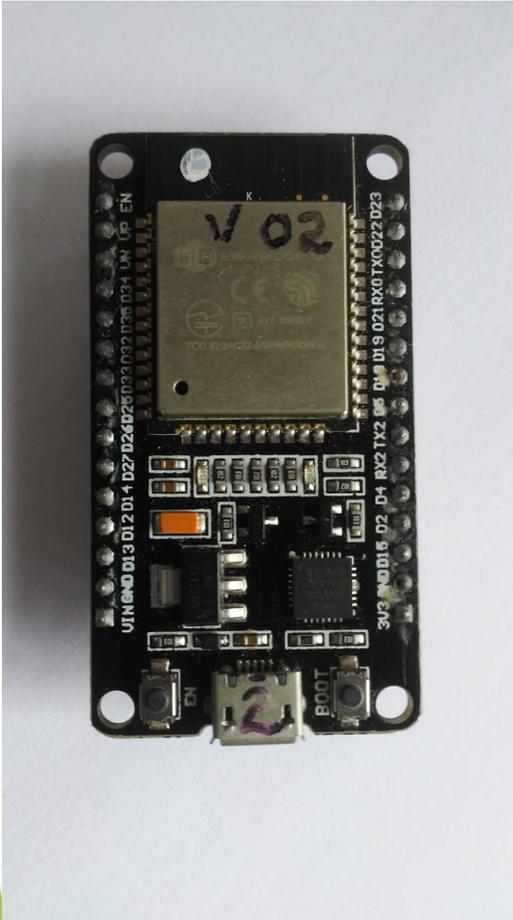
Retirado de: **Bessa EJC, Lopes AJ, Rufino R** A importância da medida da força muscular respiratória na prática da pneumologia

Sensor escogido

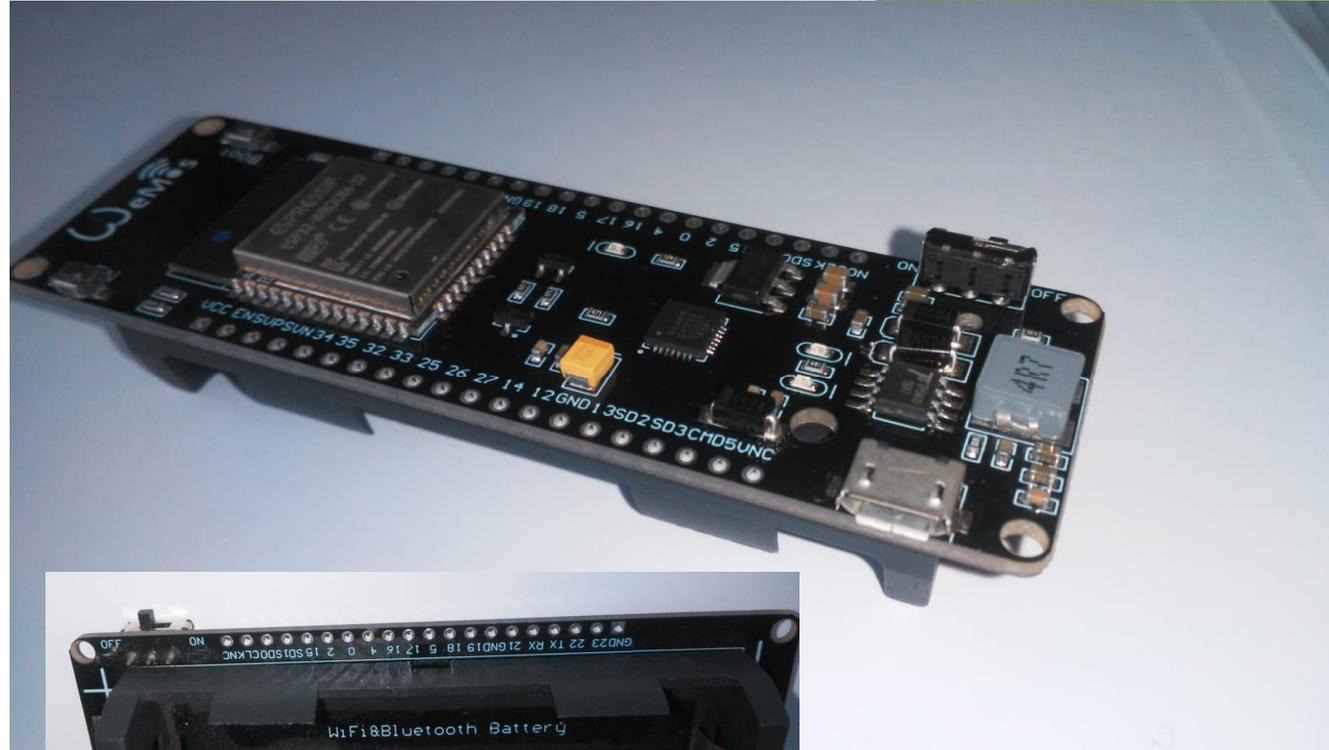


MPX7025DP
-25 a 25kPa

Elección del Microcontrolador

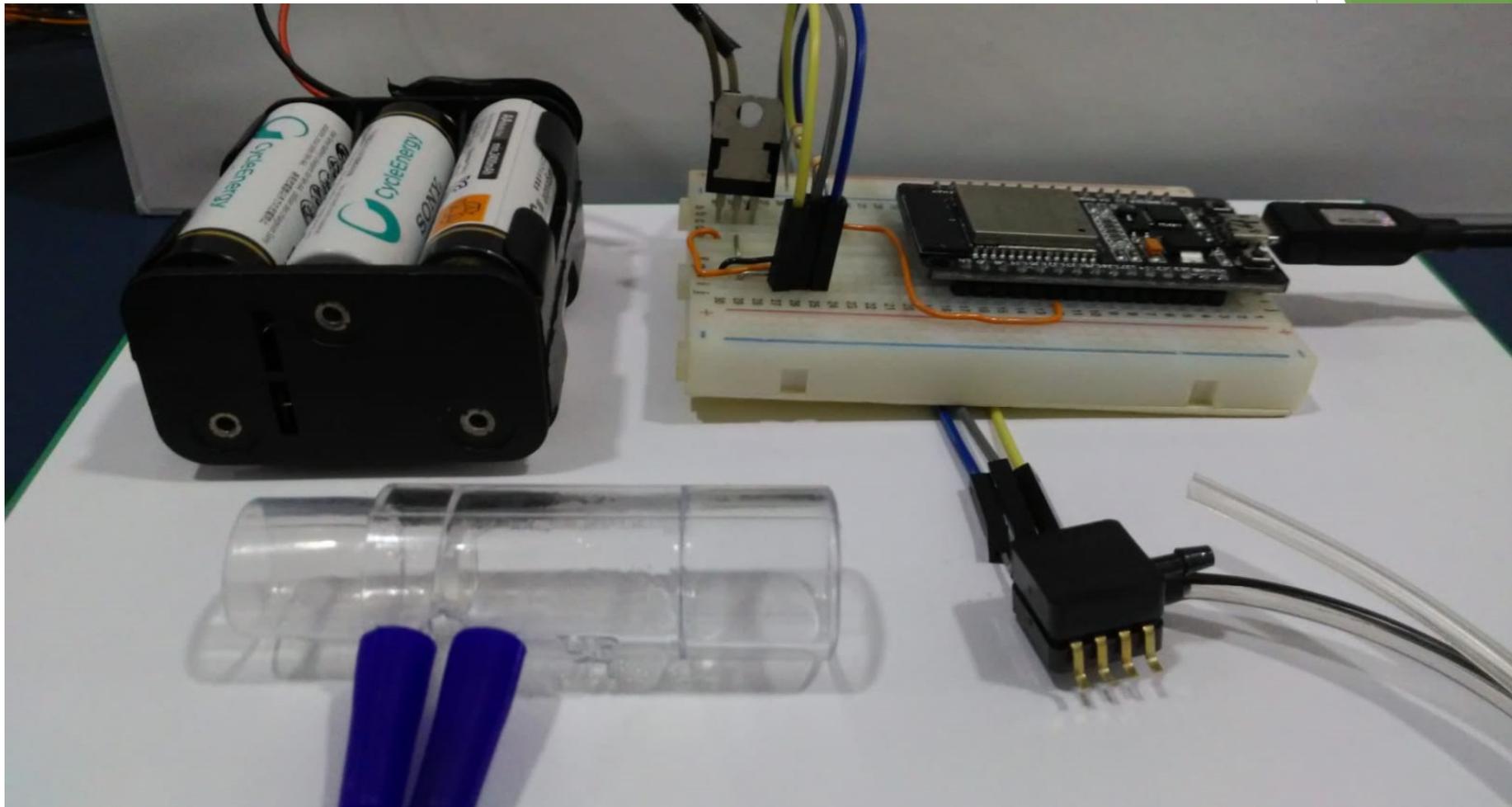


ESP32 (+/- U\$5,00)

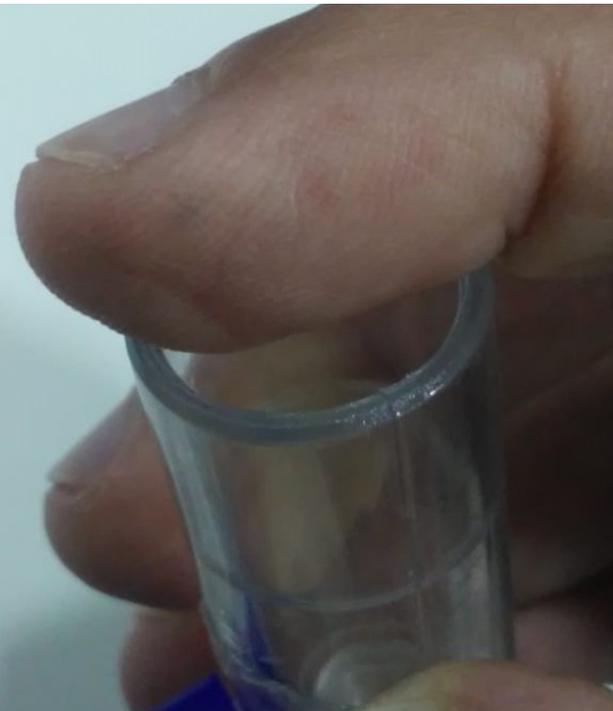


ESP32 WEMOS con soporte a baterías (+/- U\$15,00)

Implementación de medición de flujo con sensor MPXV7025DP, alimentado con 5Volts e neumatógrafo de tela



Primeras lecturas con ESP32 y MPXV7025DP/5V:



En reposo (lejos de la boca):

17	Raw A/D is (32)	2046	The pressure is	0.00	kPa,
18	Raw A/D is (32)	2045	The pressure is	0.00	kPa,
19	Raw A/D is (32)	2037	The pressure is	0.00	kPa,
20	Raw A/D is (32)	2035	The pressure is	0.00	kPa,
21	Raw A/D is (32)	2055	The pressure is	0.00	kPa,
22	Raw A/D is (32)	2019	The pressure is	0.00	kPa,
23	Raw A/D is (32)	2041	The pressure is	0.00	kPa,

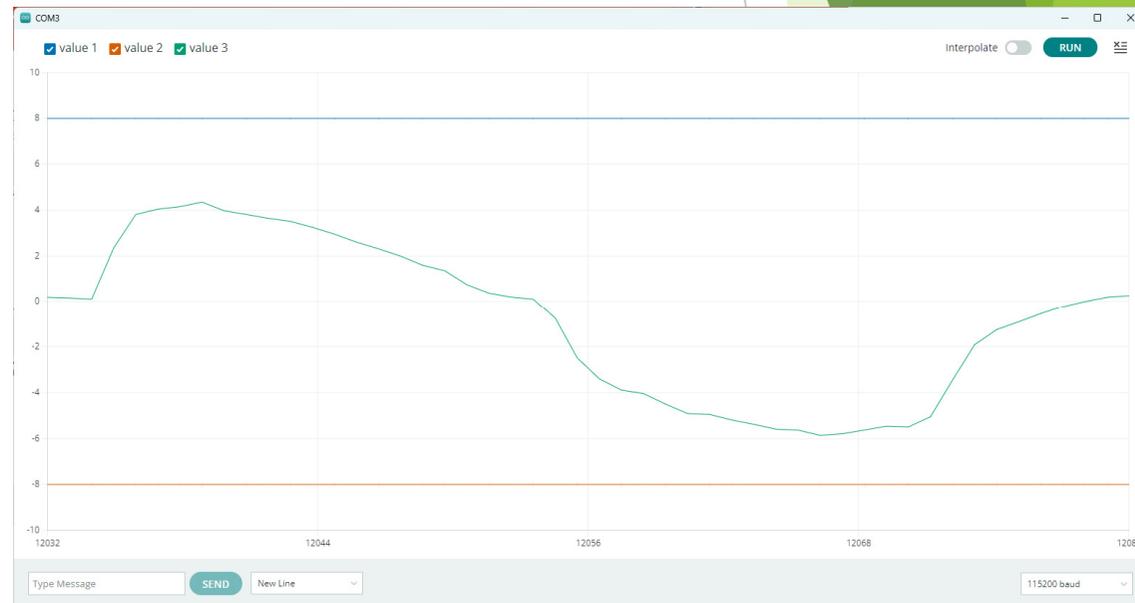
Exhalando, BLOQUEANDO PARCIALMENTE LA SALIDA DE AIRE!!!:

31	Raw A/D is (32)	1343	The pressure is	-8.00	kPa,
32	Raw A/D is (32)	1259	The pressure is	-9.00	kPa,
33	Raw A/D is (32)	1329	The pressure is	-8.00	kPa,
34	Raw A/D is (32)	1587	The pressure is	-5.00	kPa,
35	Raw A/D is (32)	1371	The pressure is	-7.00	kPa,
36	Raw A/D is (32)	1431	The pressure is	-6.00	kPa,
37	Raw A/D is (32)	1466	The pressure is	-6.00	kPa,

Inhalando, BLOQUEANDO PARCIALMENTE LA SALIDA DE AIRE!!!:

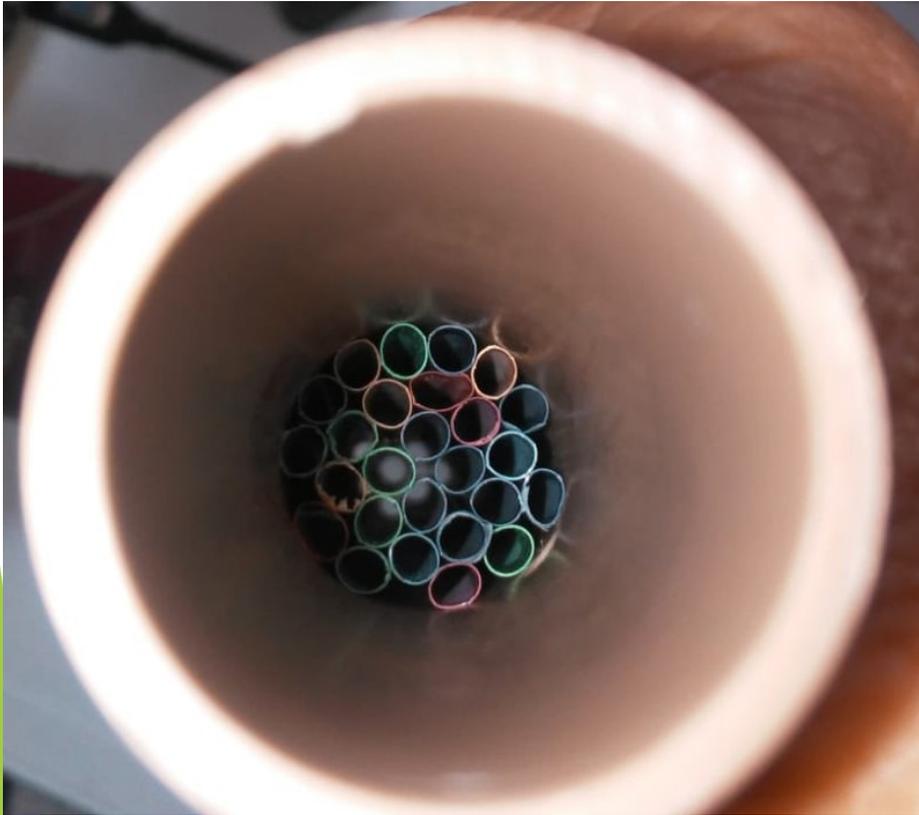
68	Raw A/D is (32)	2341	The pressure is	4.00	kPa,
69	Raw A/D is (32)	2263	The pressure is	3.00	kPa,
70	Raw A/D is (32)	2234	The pressure is	3.00	kPa,
71	Raw A/D is (32)	2161	The pressure is	2.00	kPa,
72	Raw A/D is (32)	2091	The pressure is	1.00	kPa,

Dispositivo de Inhalación y Exhalación: Híbrido NEUMOTACÓGRAFO y MANOVACUÓMETRO basado en SANTOS, 2018 (llamado “Pitaco”)



Nuestra asamblea, basada em <https://www.sbgames.org/sbgames2019/files/papers/ArtesDesignFull/198352.pdf>

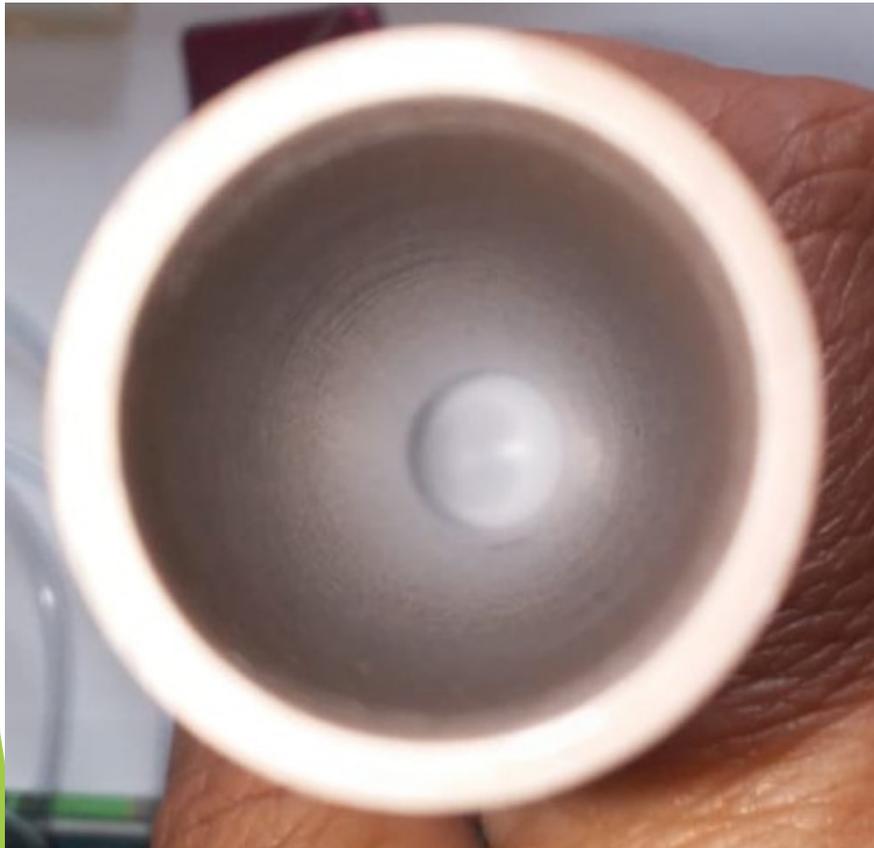
Dispositivo de Inhalación y Exhalación:
Manovacúómetro de 20cm CON sorbetes basado en
SANTOS, 2018 (Similar al neumatógrafo de Fleish)



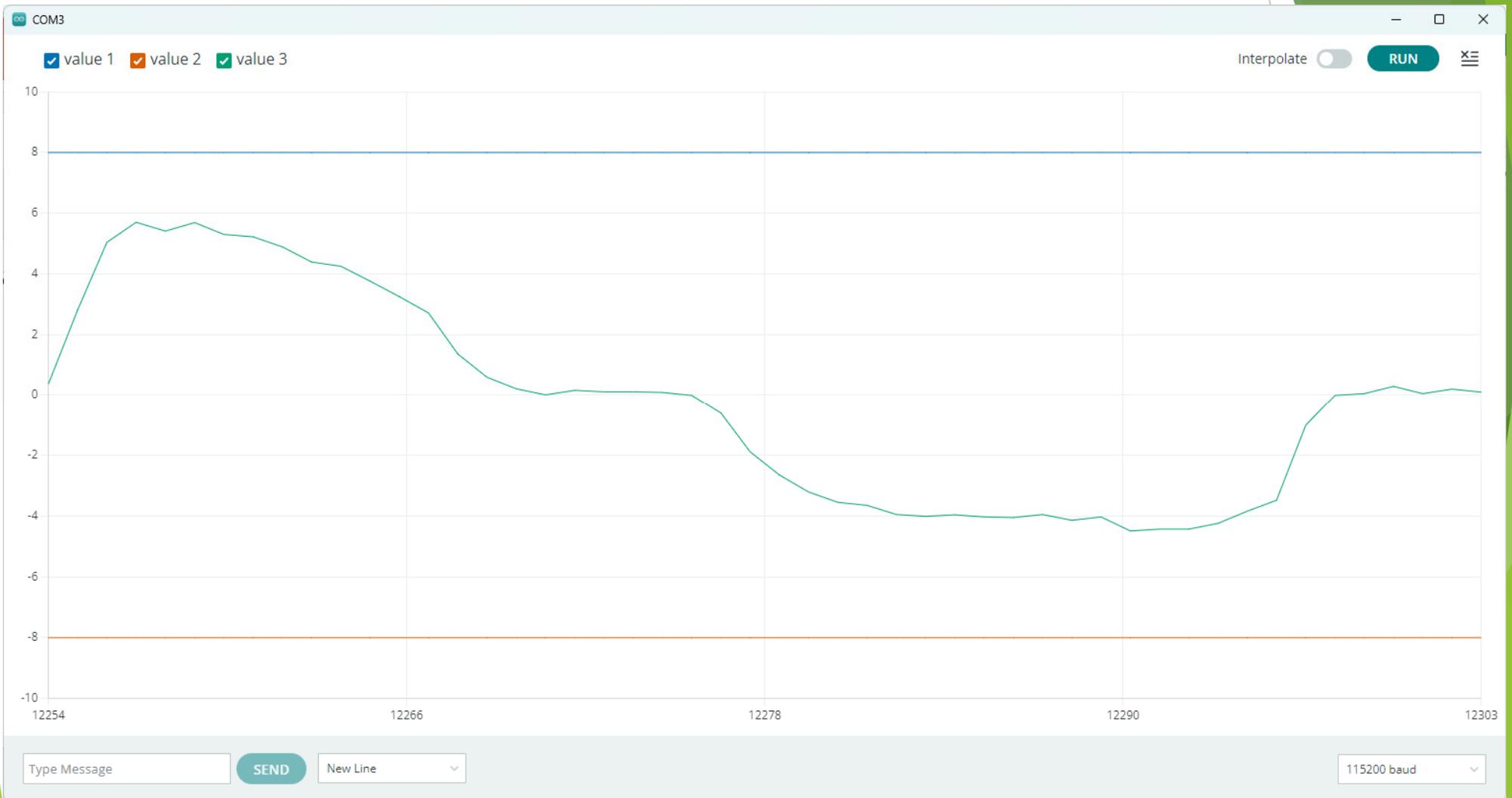
Dispositivo de Inhalación y Exhalación: Manovacúómetro de 20cm CON sorbetes



Dispositivo de Inhalación y Exhalación: Manovacúómetro de 20cm SIN sorbetes



Dispositivo de Inhalación y Exhalación: Manovacúmetro de 20cm SIN sorbetes

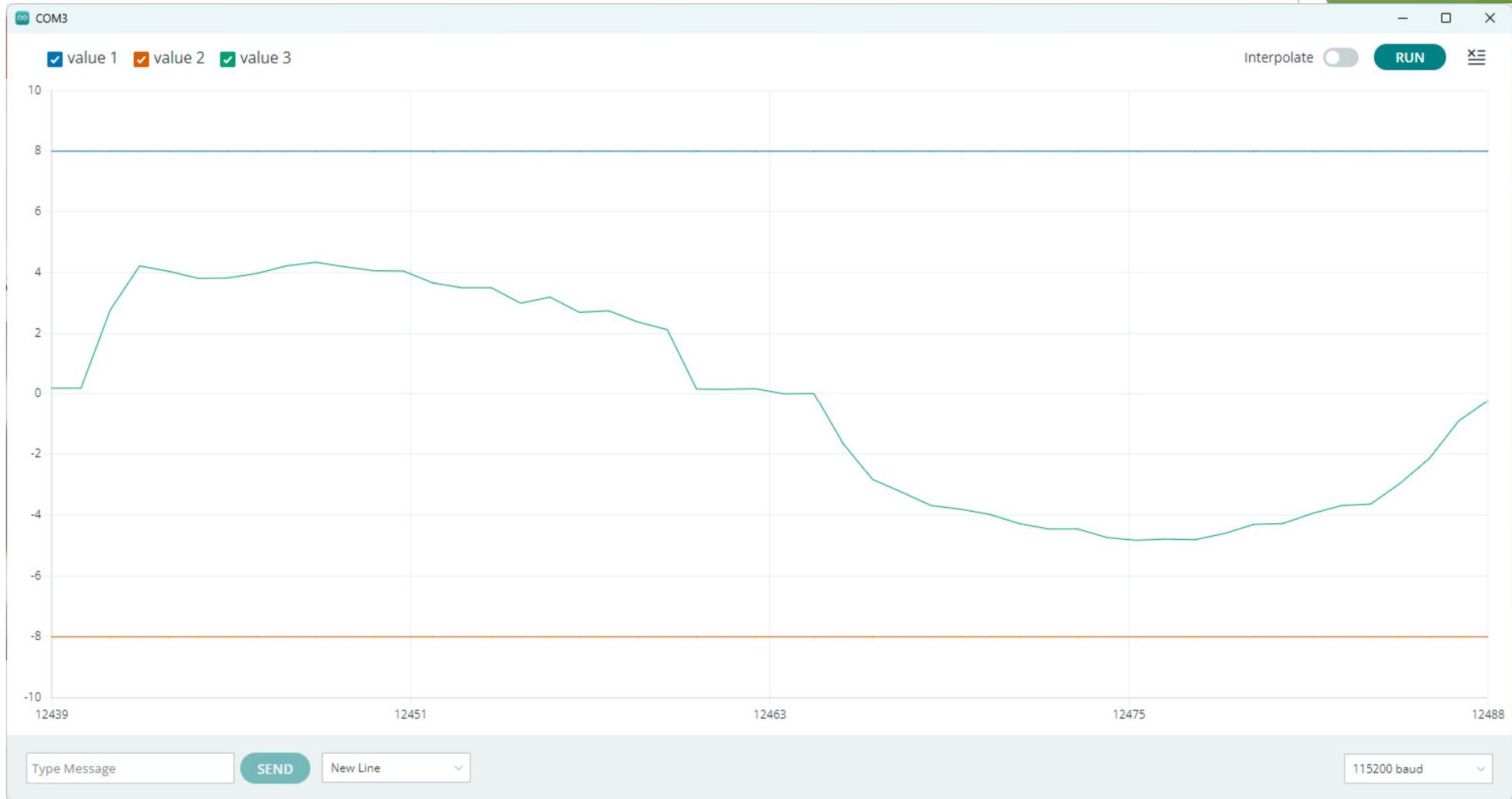


Dispositivo de Inhalación y Exhalación: Manovacúómetro de 10cm SIN sorbetes

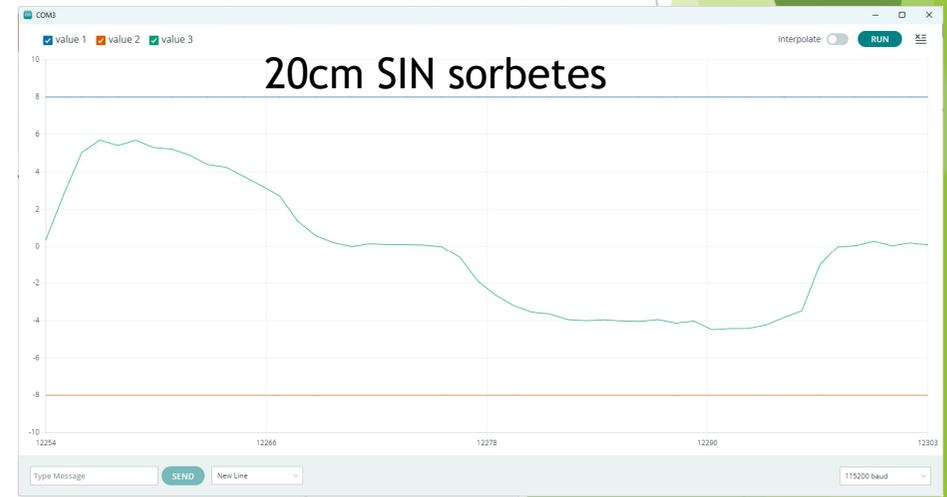
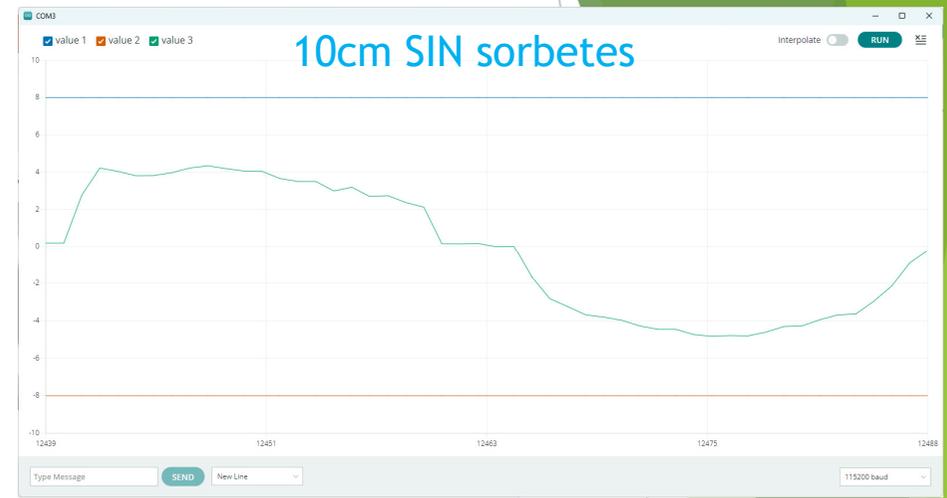
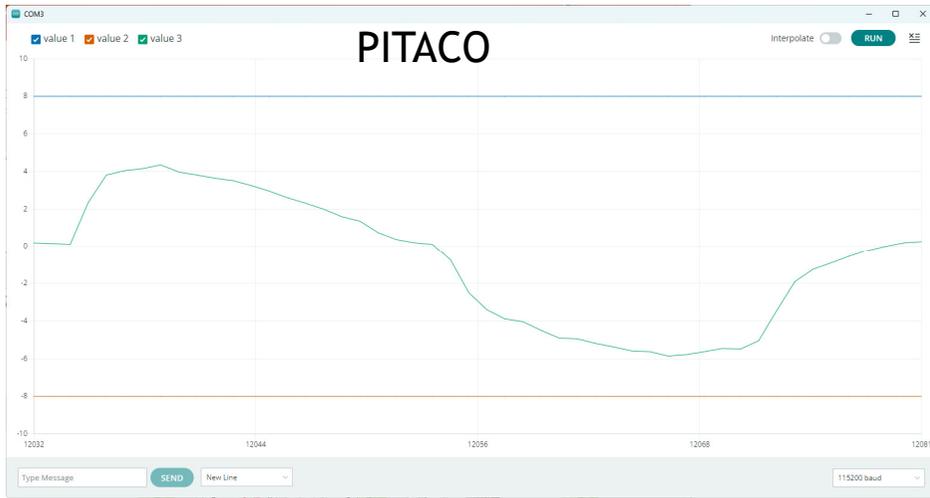
10 cm de largo



Dispositivo de Inhalación y Exhalación: Manovacúmetro de 10cm SIN sorbetes



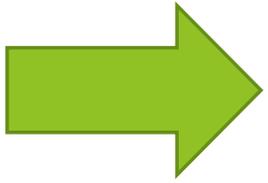
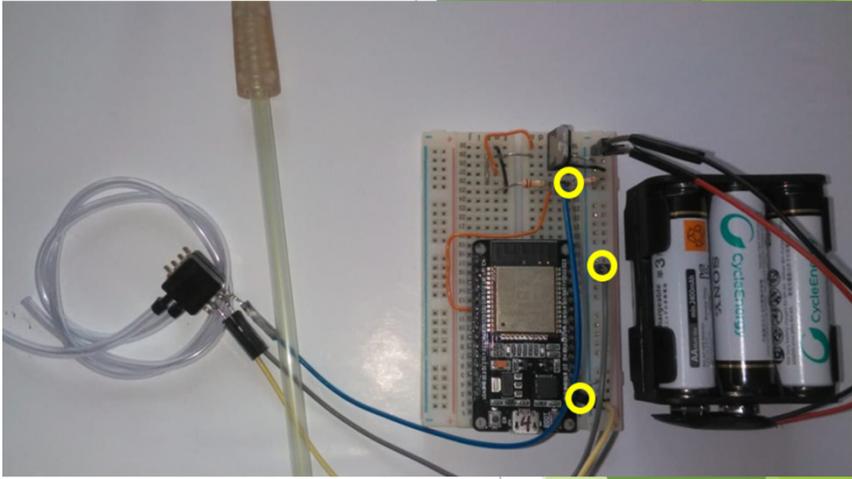
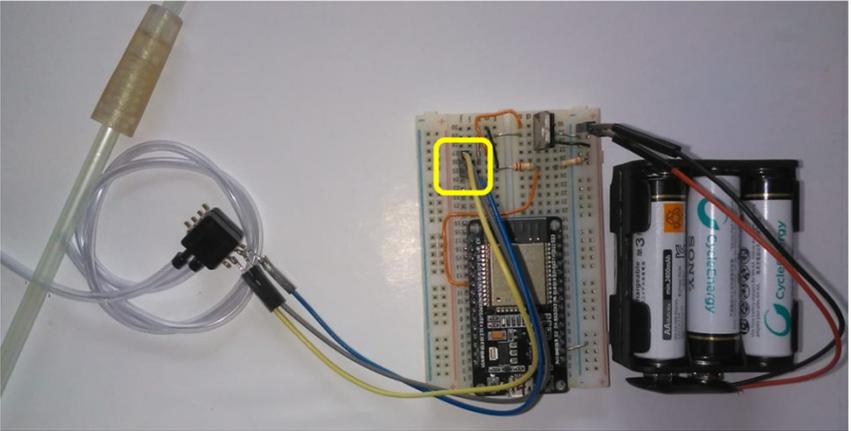
Dispositivo de Inhalación y Exhalación: Gráficos



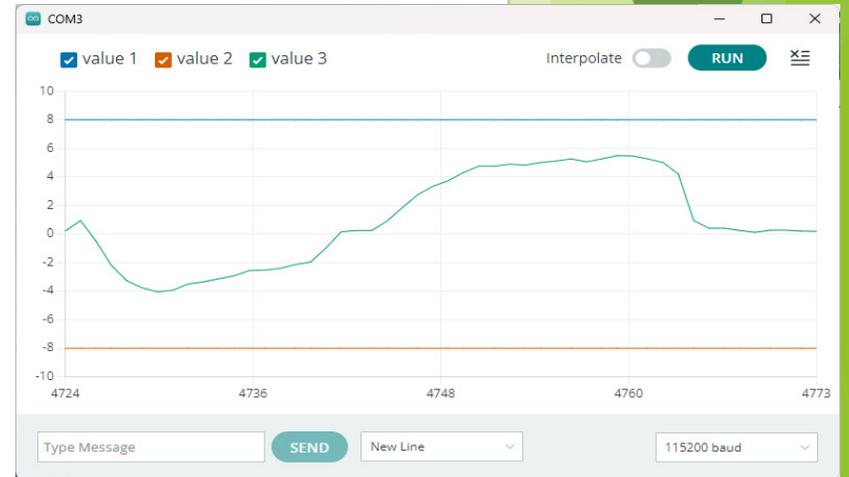
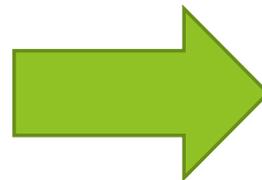
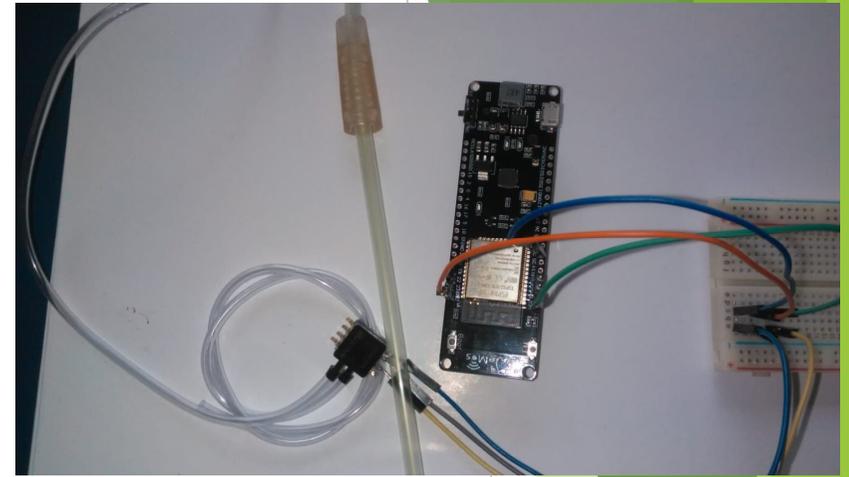
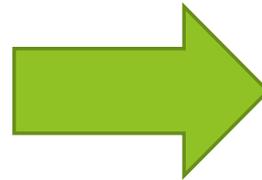
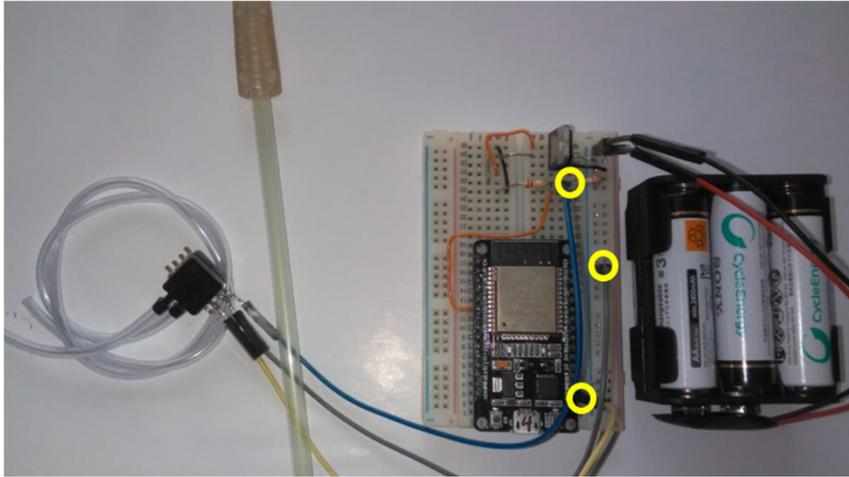
Avances

- ▶ Cambio de alimentación del sensor MPXV7025DP, de 5V a 3,3V;
- ▶ Con 3,3V, cambio de ESP32 por ESP32WEMOS con Batería;
- ▶ Cambio del dispositivo para soplar por um sorbete;
- ▶ Uso de una jeringa, filtro y sorbete;
- ▶ Desarrollo de una placa para la sobreposición del sensor.

Cambio de alimentación del sensor MPXV7025DP, de 5V a 3,3Volts

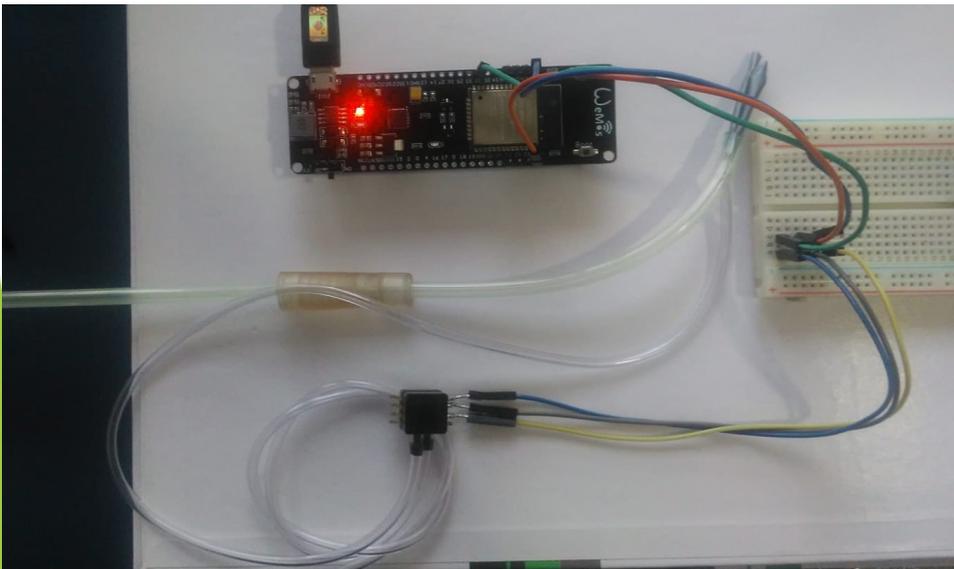


Uso de 3,3Volts, cambiando ESP32 por WEMOS ESP32

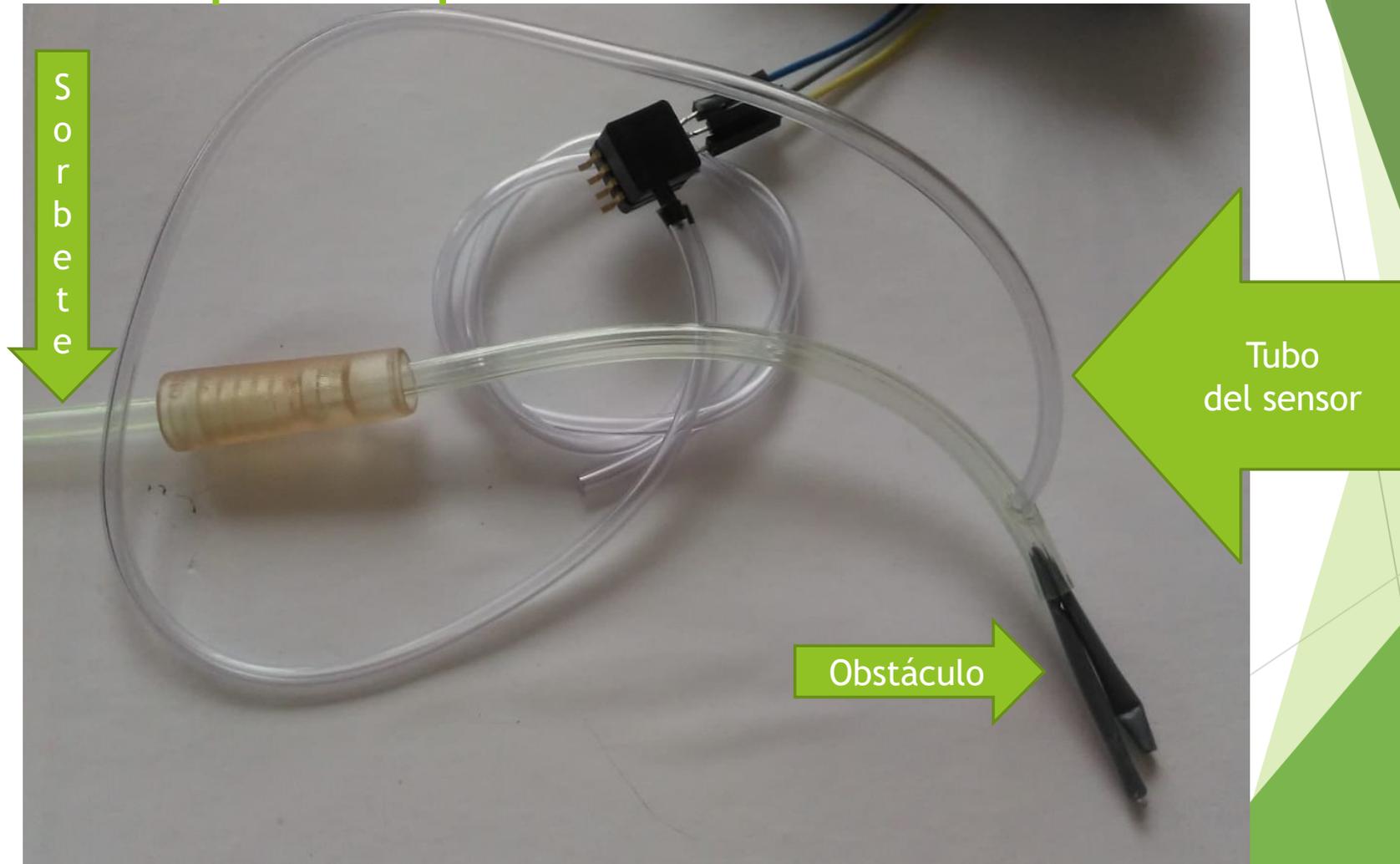


Conclusiones hasta el momento:

- El sensor MPXV7025DP también funciona con 3,3 v;
- Brinda datos semejantes;
- Puede ser usado con ESP32-WEMOS a batería GH18650



Cambio del dispositivo para soplar Troca do dispositivo para soprar num canudinho

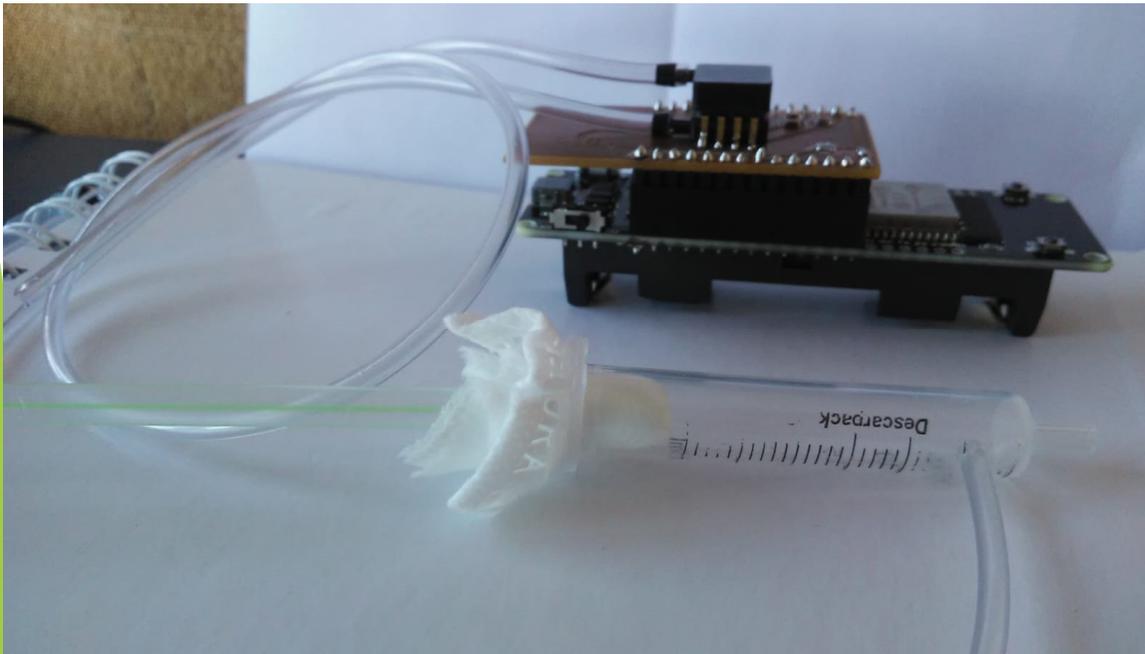
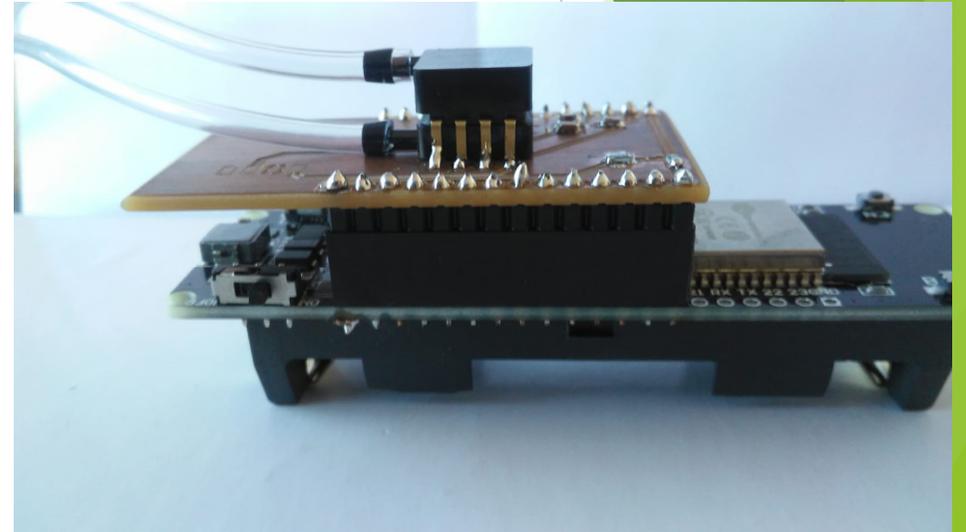
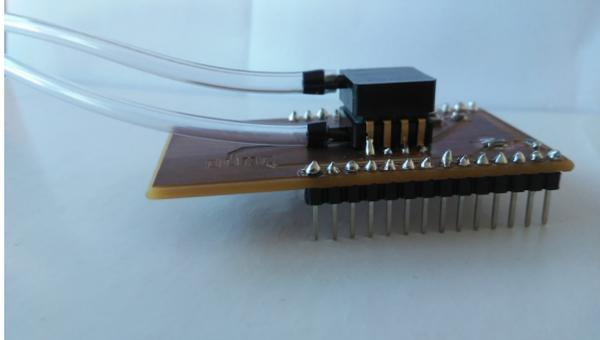


Uso de jeringas, filtro y sorbetes

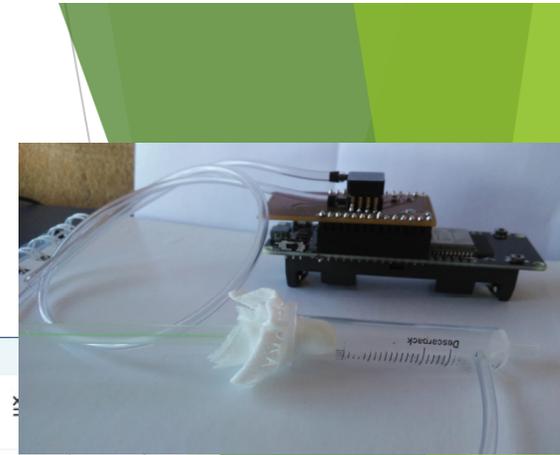


filtro = un trozo de mascarilla quirúrgica.

Placa para la sobreposición del sensor



Lectura con la versión actual del prototipo (en cmH2O), con filtro



Siguientes pasos

- ▶ Ajuste de la placa con las necesidades del grupo de Diseño.
- ▶ Lectura y valoración de los datos generados por el sensor;
- ▶ Transferencia de los datos a Smartphone por medio de BLE (Bluetooth Low energy);
- ▶ Creación de una caja/carcasa para el dispositivo.

Bibliografía

SANTOS, et al. I Blue It: Um Jogo Sério para auxiliar na Reabilitação Respiratória. 2018. disponível em <https://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/ArtesDesignFull/188093.pdf>. Acesso em set/23.

FORTUNA, Armando de O. **Projeto e implementação de um espirômetro portátil controlado por microcomputador**. Campinas:1992. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Departamento de Ciência da Computação, UNICAMP, 1992.

GRIMES, Renato H. **Sistema Biomédico(com jogo sério e dispositivo especial) para Reabilitação Respiratória**. Joinville:2018. 189p. Dissertação (Mestrado em Eng. Elétrica) - Centro de Ciências Tecnológicas, UDESC, 2018.

HENRIQUE, et al. Desenvolvimento de Dispositivo Híbrido para Jogo Sério Aplicado a Saúde. 2019. Disponível em <https://www.sbgames.org/sbgames2019/files/papers/ArtesDesignFull/198352.pdf> . Acesso em set/23

Espacio para preguntas

