

AADECA 2025

# **DESIGN AND EVALUATION OF AN EMBEDDED SENSOR TEST BENCH FOR HYDROGEN CERTIFICATION APPLICATIONS**

## **DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SENSORES PARA APLICACIONES DE CERTIFICACIÓN DE HIDRÓGENO**

Rodrigo Spano, Leandro Jaimes Soria, Alan Arrimondi, Ignacio Zaradnik

Universidad Nacional de La Matanza - Bs As, Argentina



# MARCO CONTEXTUAL

1 Urgencia del cambio climático



**Hidrógeno** como pilar clave en la transición energética

2 Necesidad de Esquemas de Certificación Unificados



**Diversidad a Nivel Mundial**  
(CertifHy, TUV SUD, CertHiLAC, I-REC)

3 Desarrollo de Tecnología Asociada a los esquemas



**Adquisición y Transmisión**  
de datos seguros con certificados digitales

4 Formación activa en ingenierías



**Conocimientos técnicos** vinculados con la cadena de valor del Hidrógeno

# ESQUEMA DE CERTIFICACIÓN

- Las moléculas de Hidrógeno son idénticas entre sí, independientemente de su método de producción.
- Los costos y las emisiones de gases de efecto invernadero asociados a sus diferentes métodos de producción varían considerablemente de un método de producción a otro.

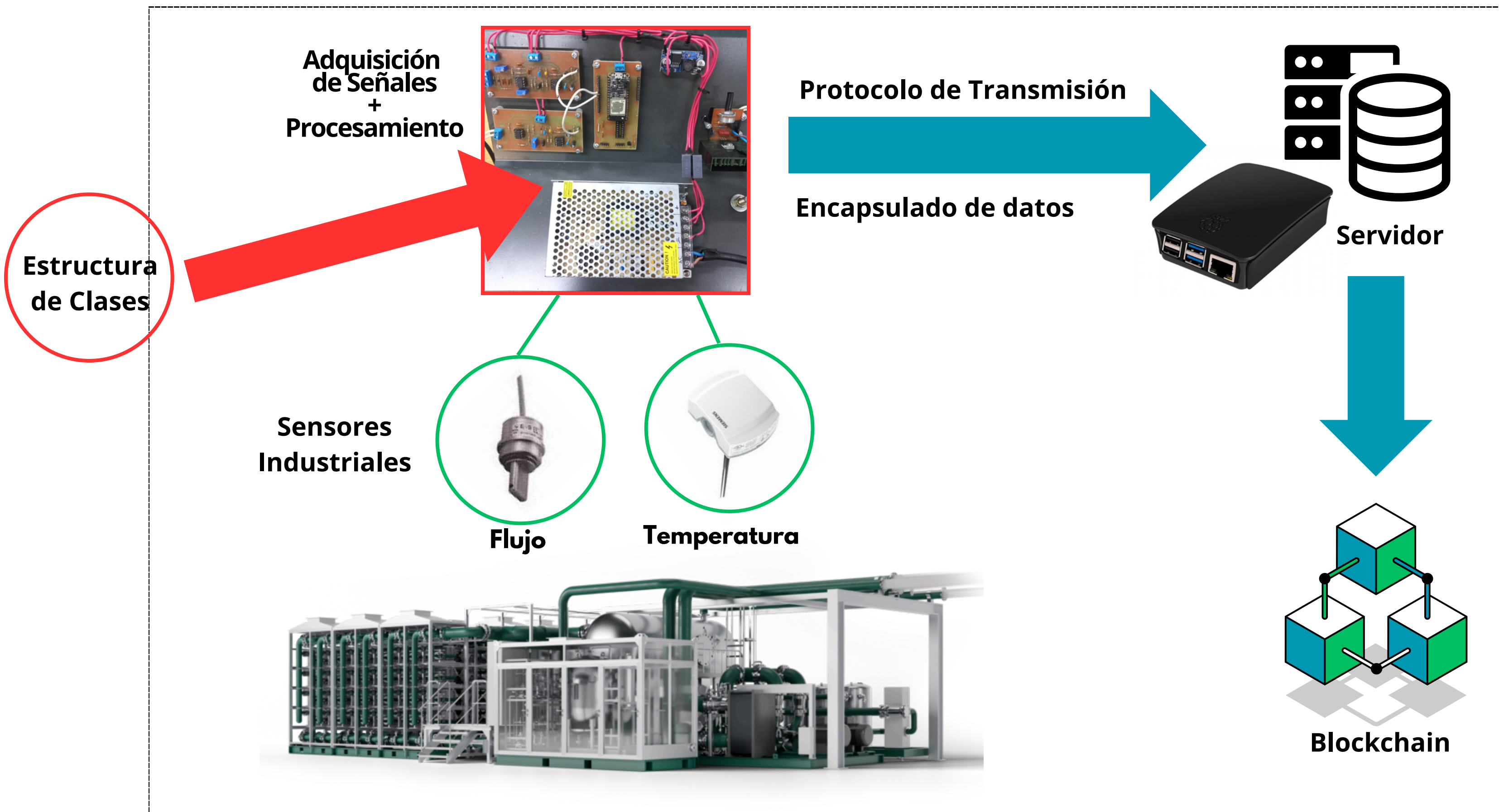


**Gran cantidad de esquemas de certificación en el mundo**

**Unión Europea**  
Garantías de Origen (GO)

**En Argentina**  
Iniciativas en proceso + IREC

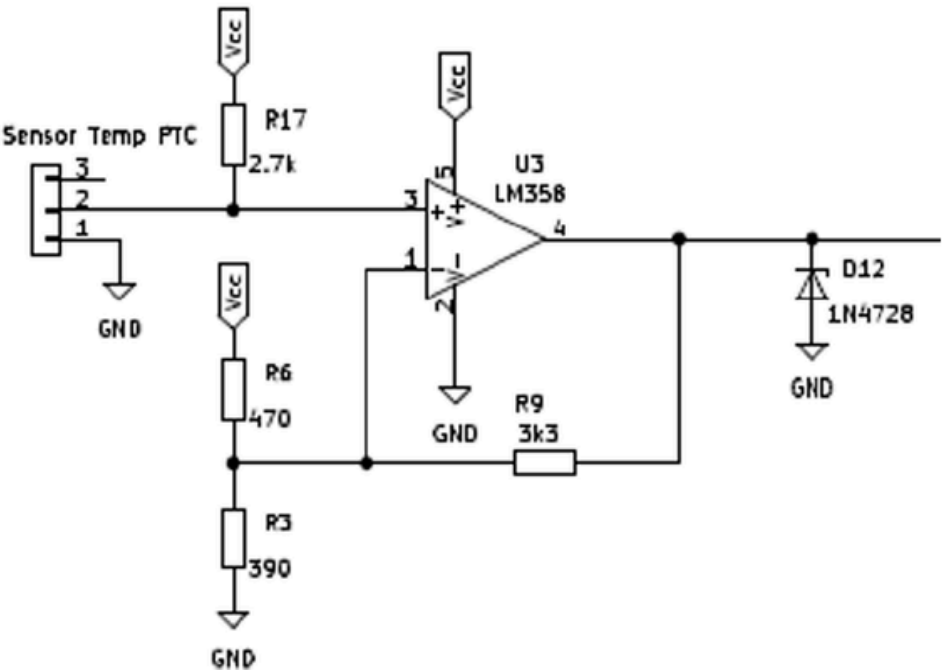
# DIAGRAMA CONCEPTUAL PROPUESTO



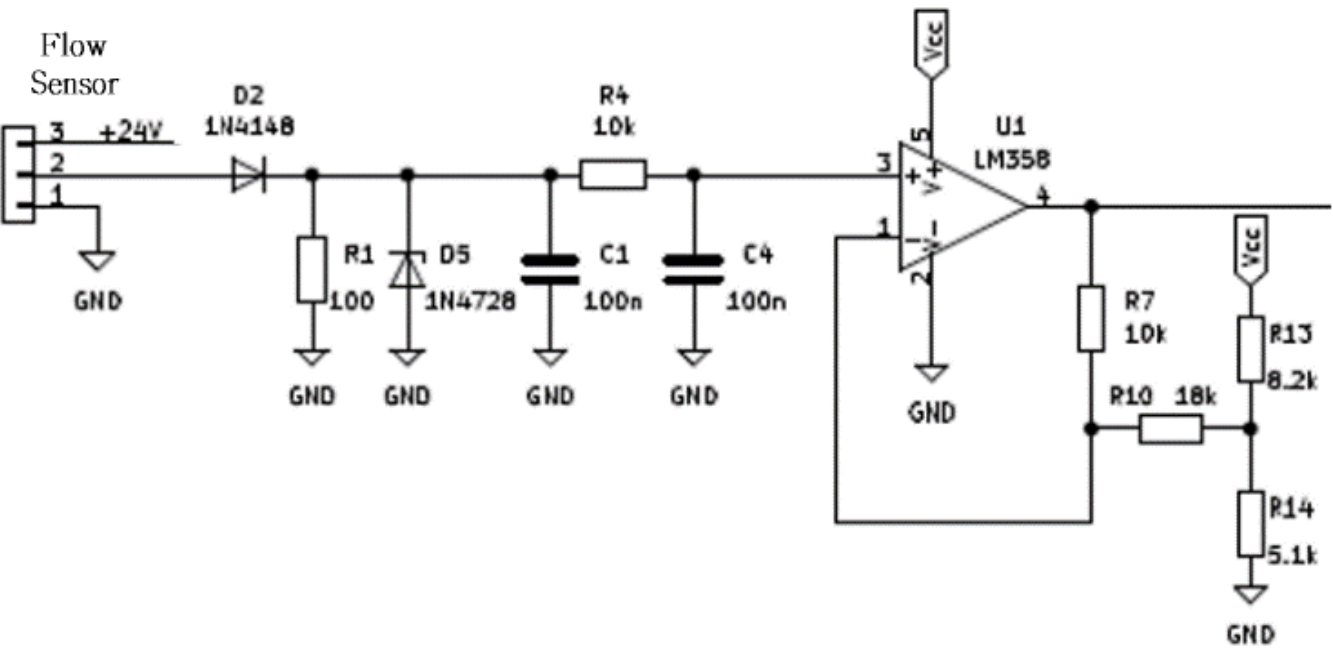
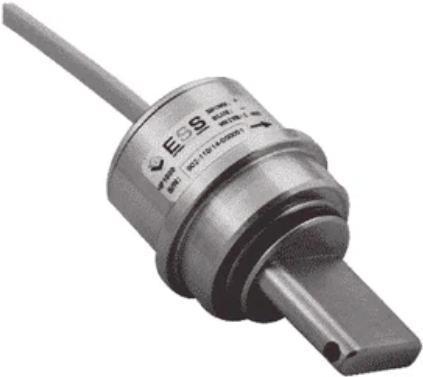


# ADQUISICIÓN DE SEÑALES

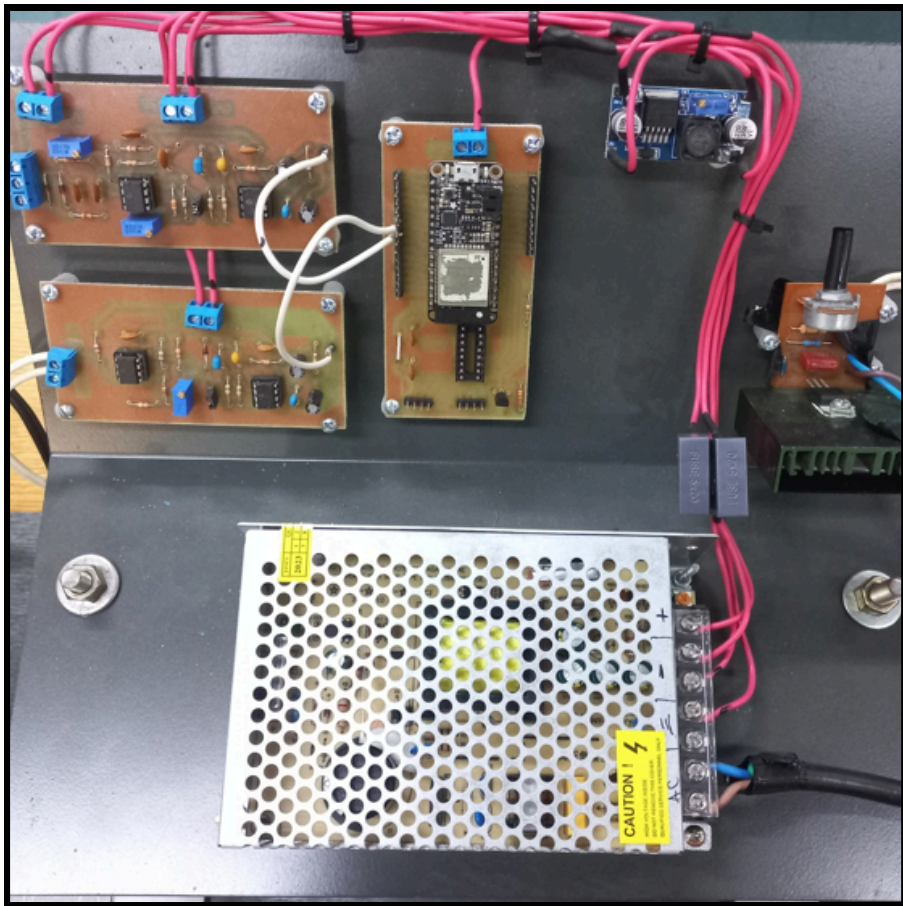
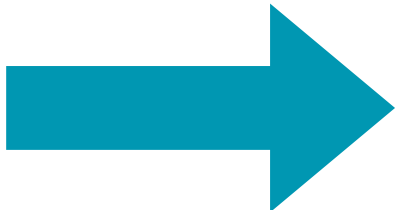
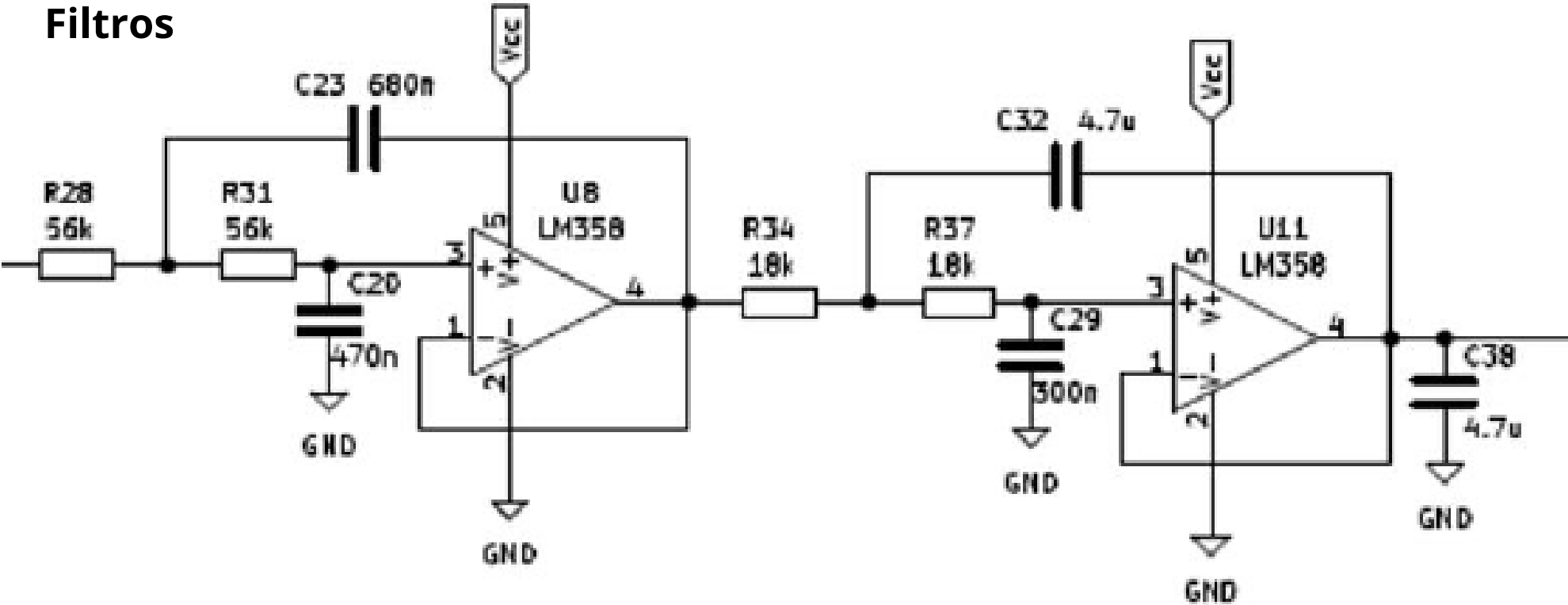
Siemens QAE10



ES Systems - ESRF HF



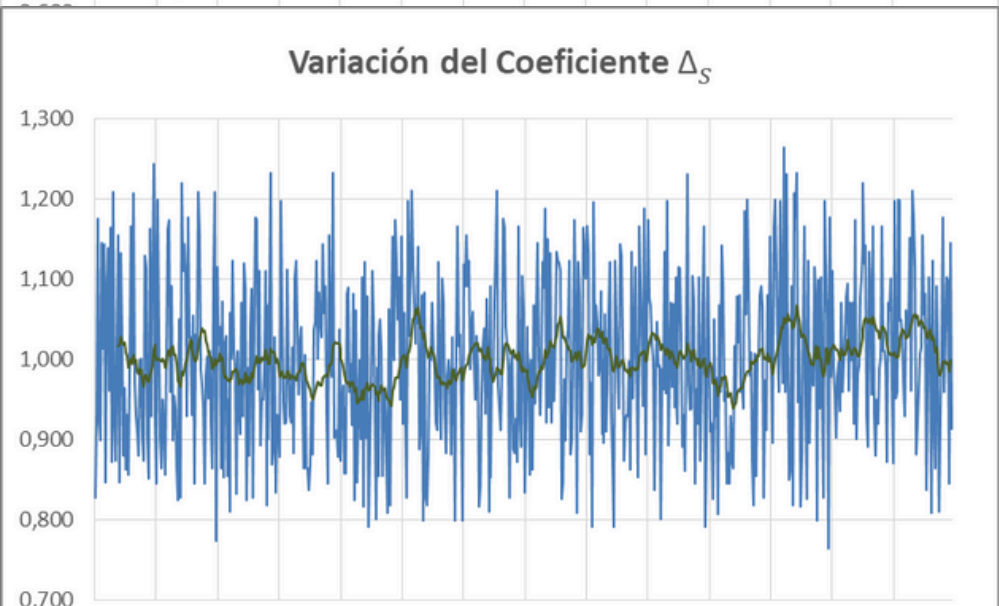
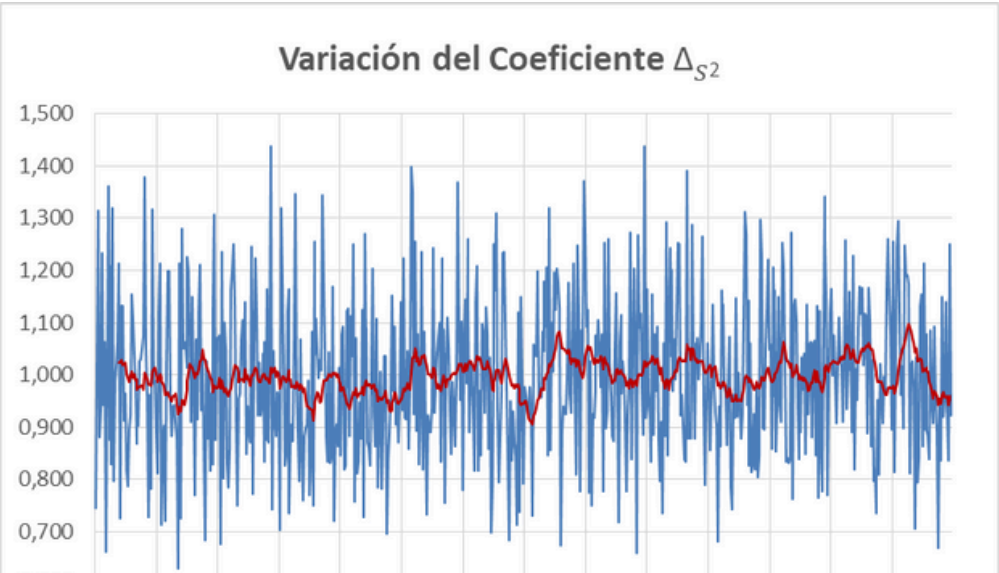
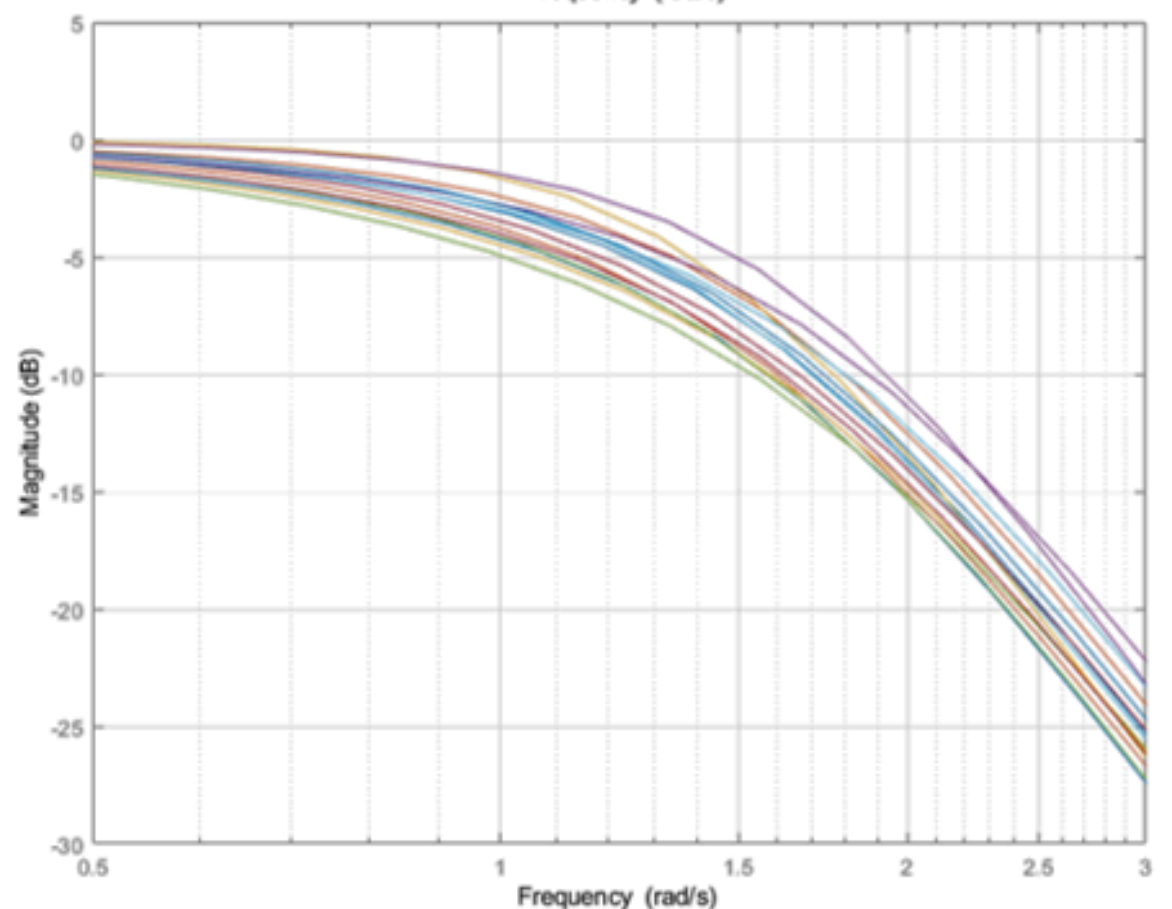
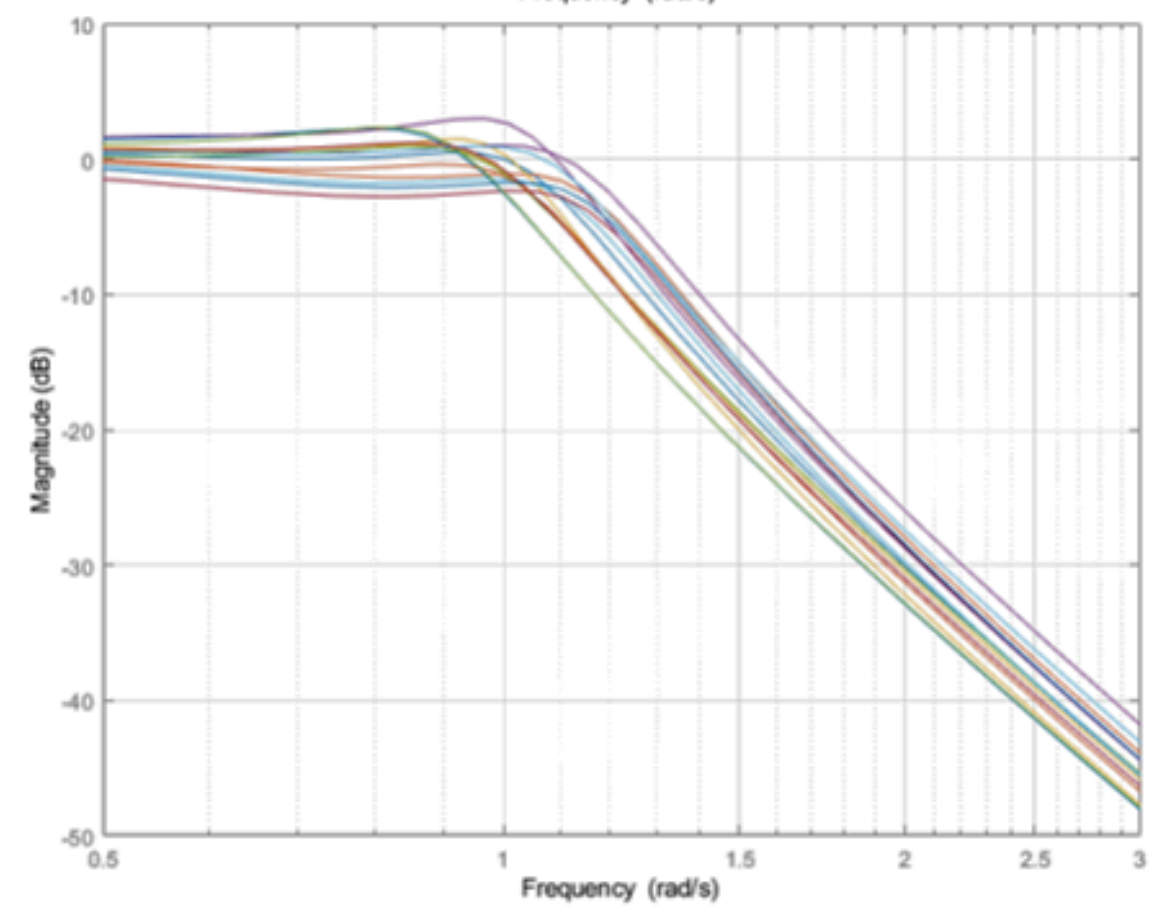
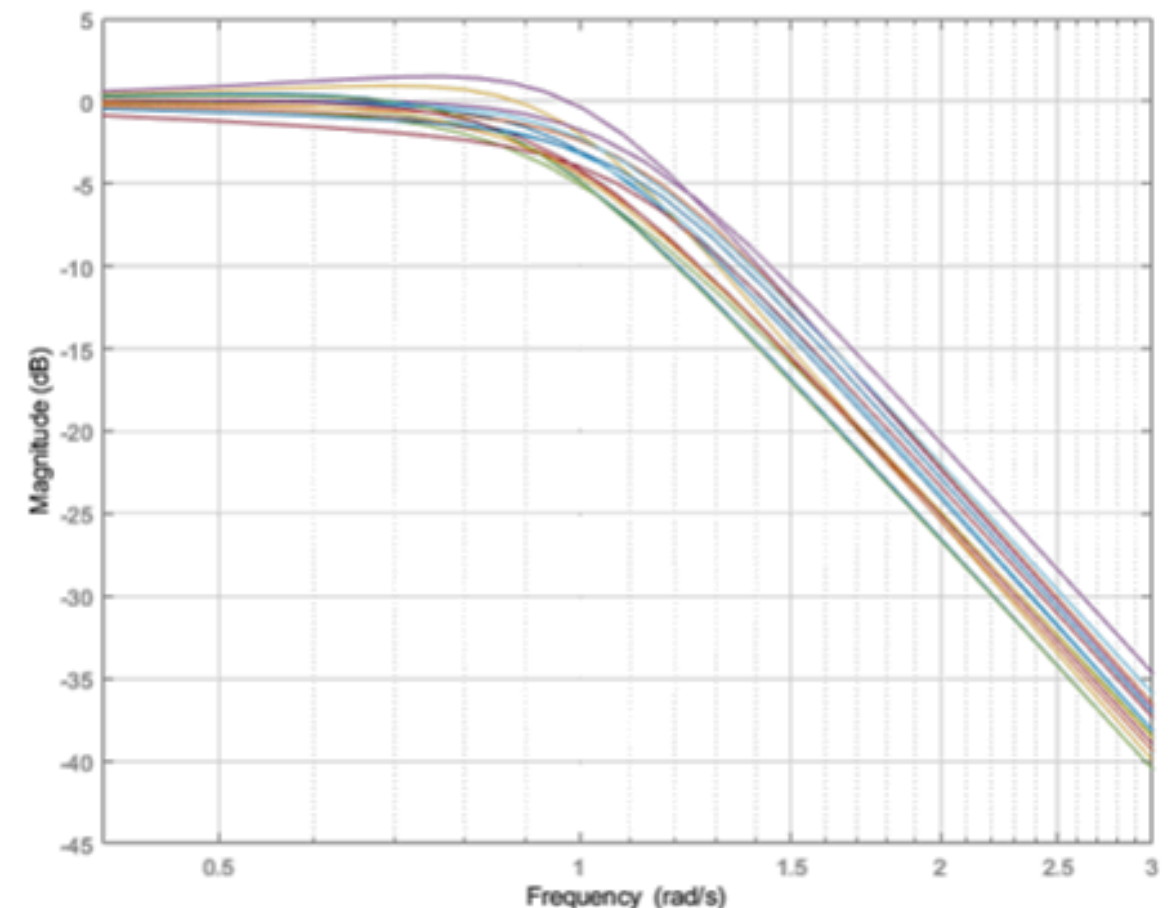
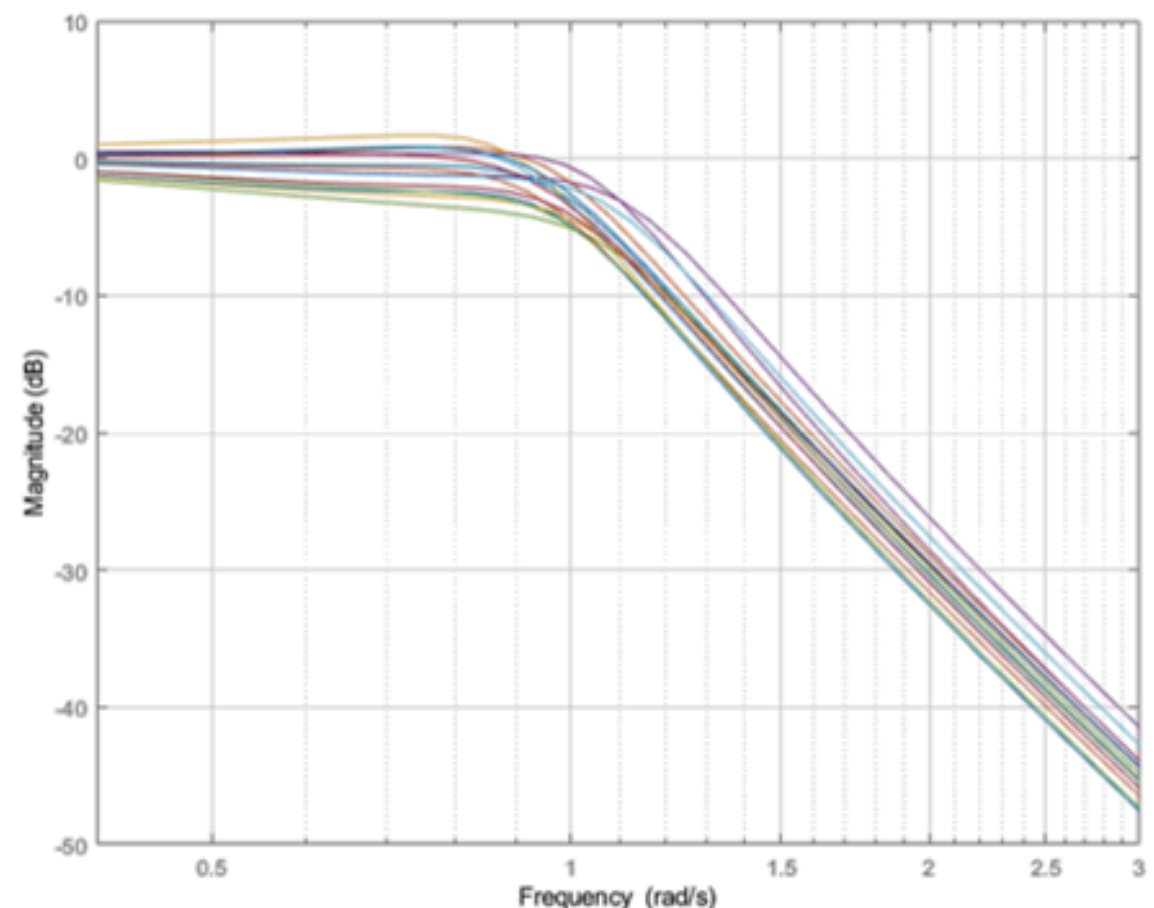
Filtros



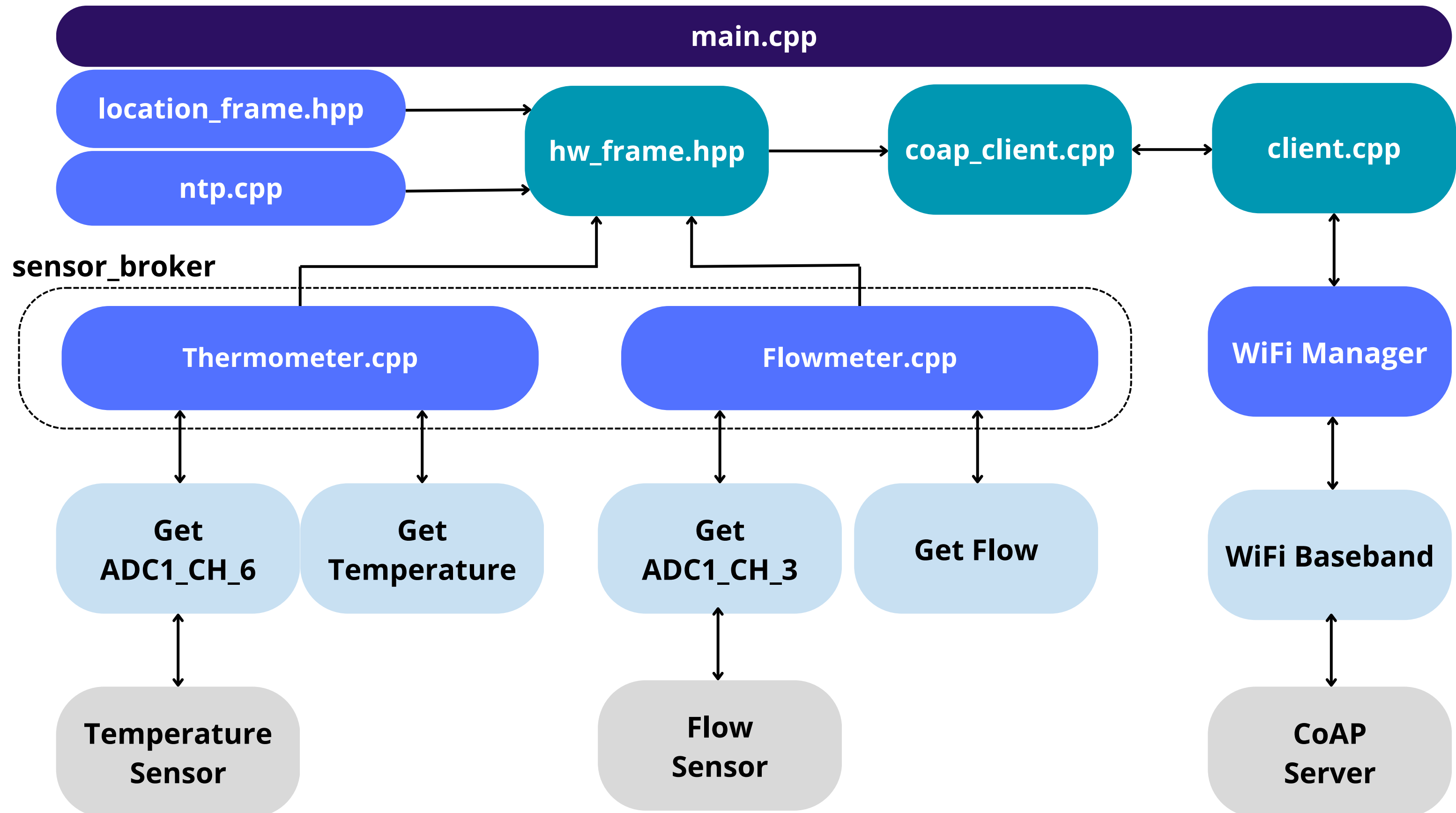
# RESPUESTA DE LOS FILTROS

- a) Legendre
- b) Butterworth
- c) Chebyshev
- d) Bessel

$$T(s) = \frac{1}{\Delta_{s^2} (C_1 C_2 R_1 R_2) \cdot s^2 + \Delta_s (2 C_1 R_1) \cdot s + 1}$$

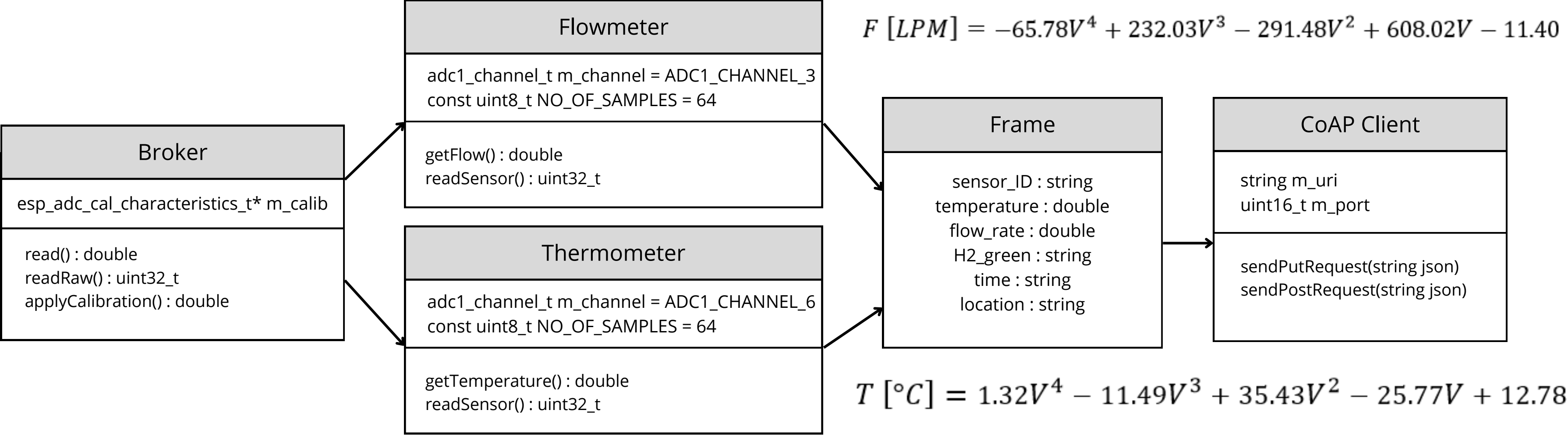


# ARQUITECTURA DE SOFTWARE

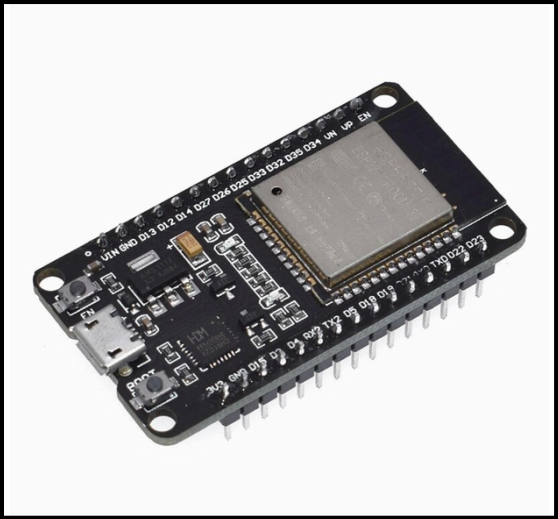




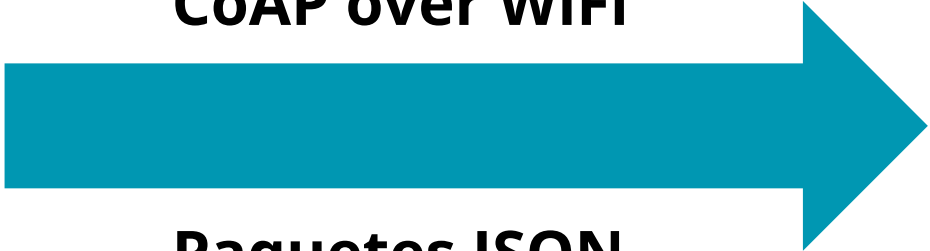
# ESTRUCTURA DE CLASES



ESP32

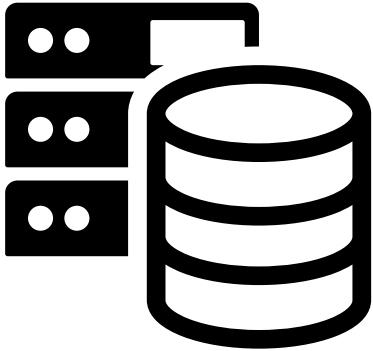


CoAP over WiFi



Paquetes JSON

Servidor





# RESULTADOS

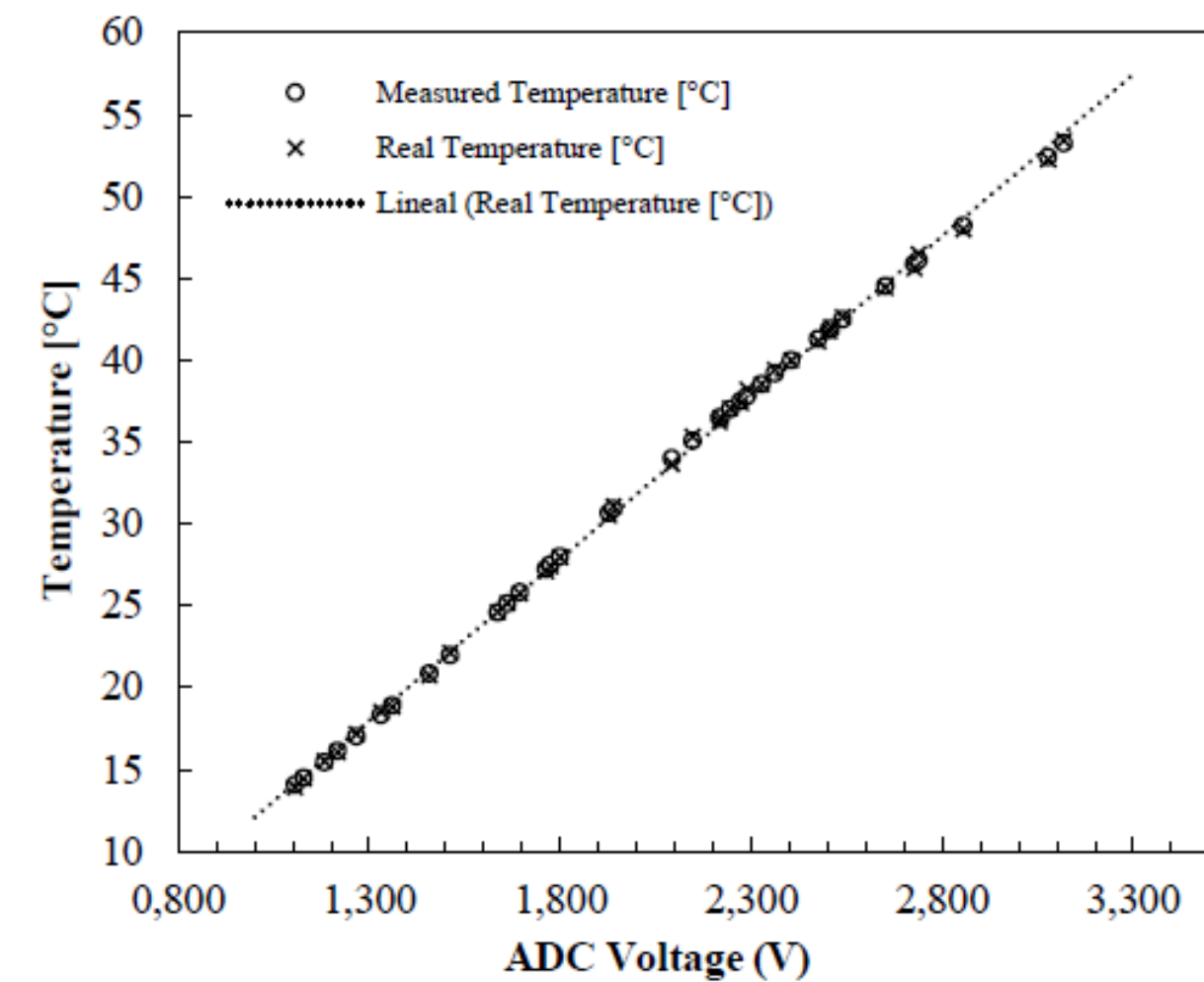
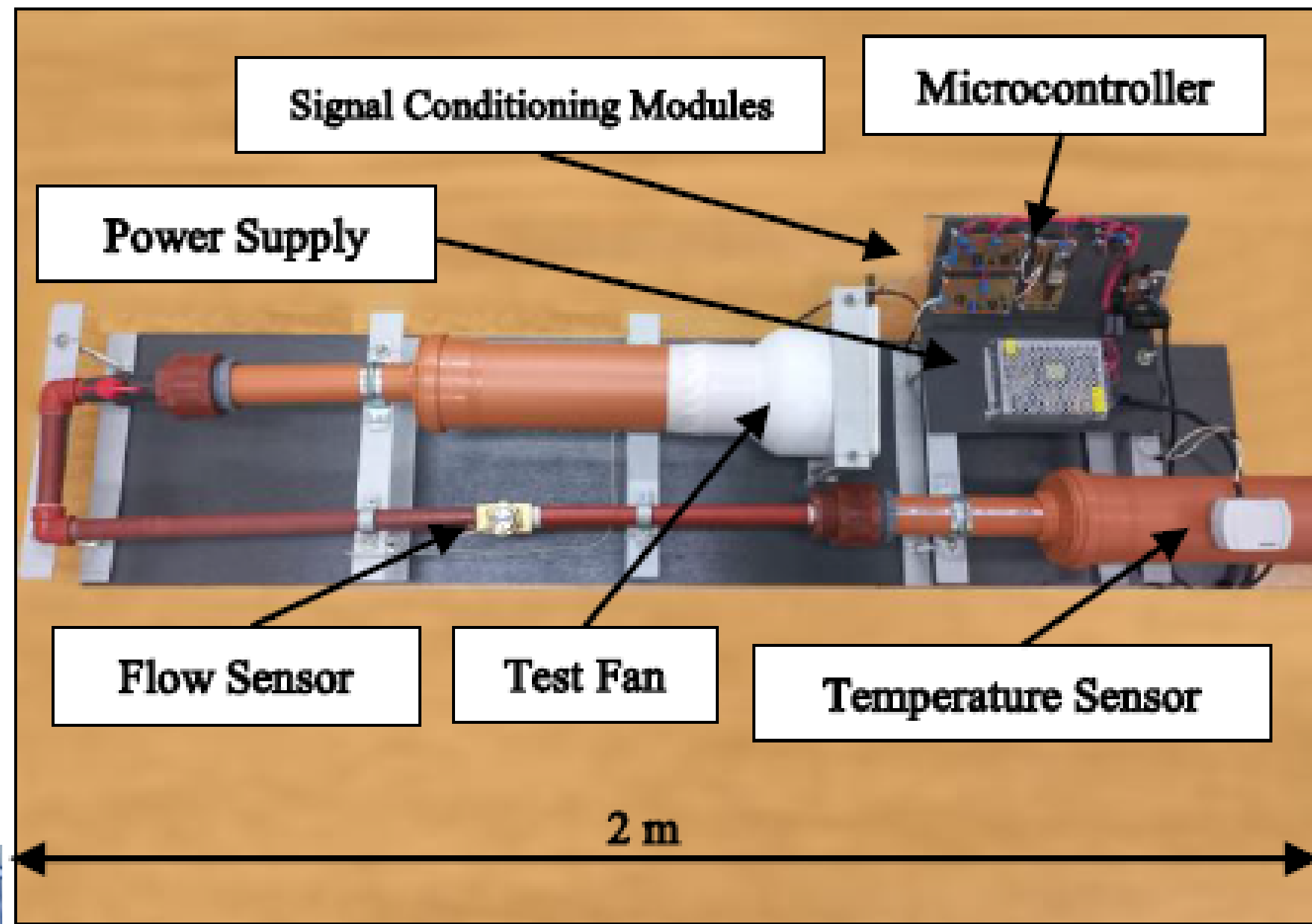


Fig. 5. Temperature Test

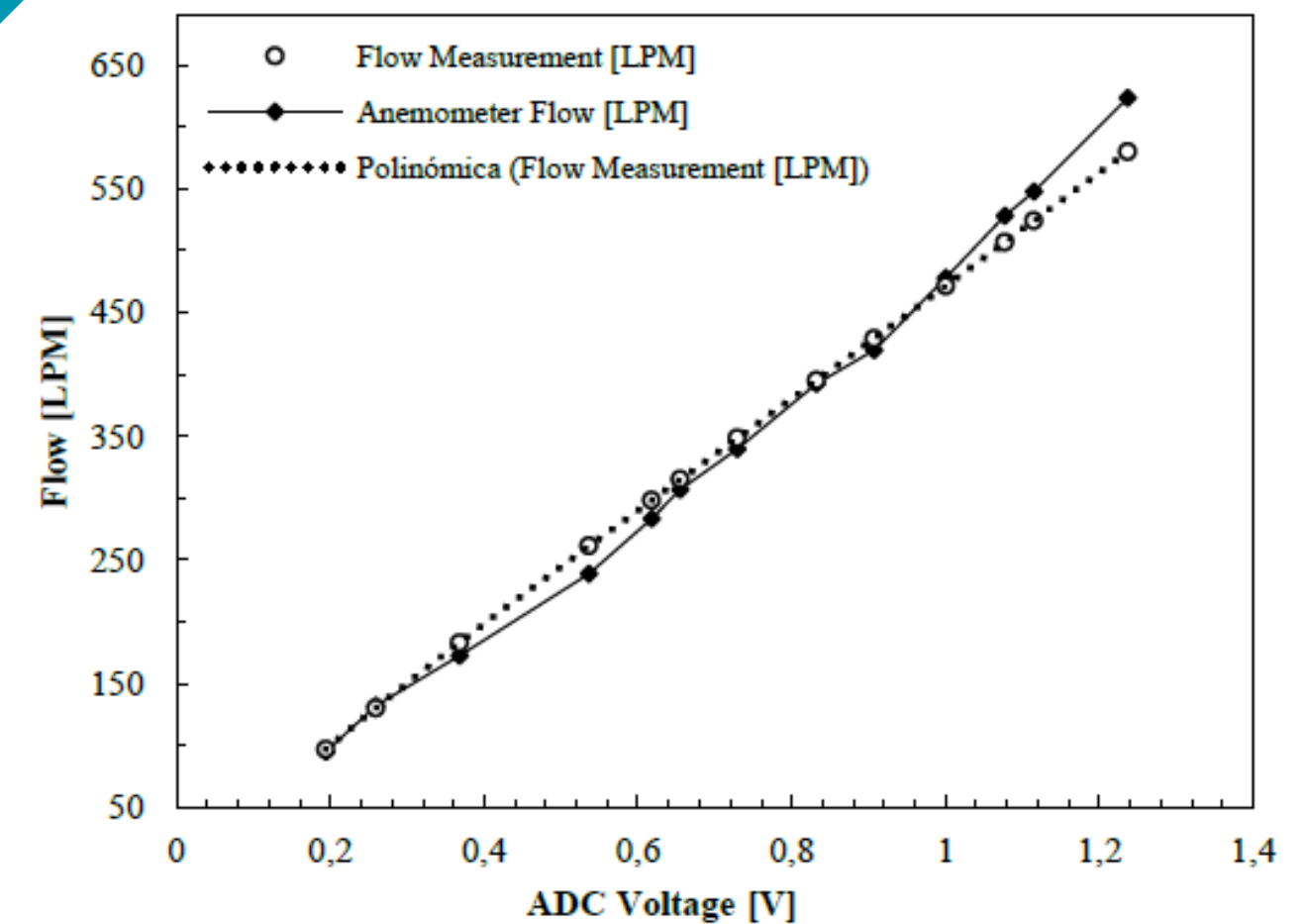
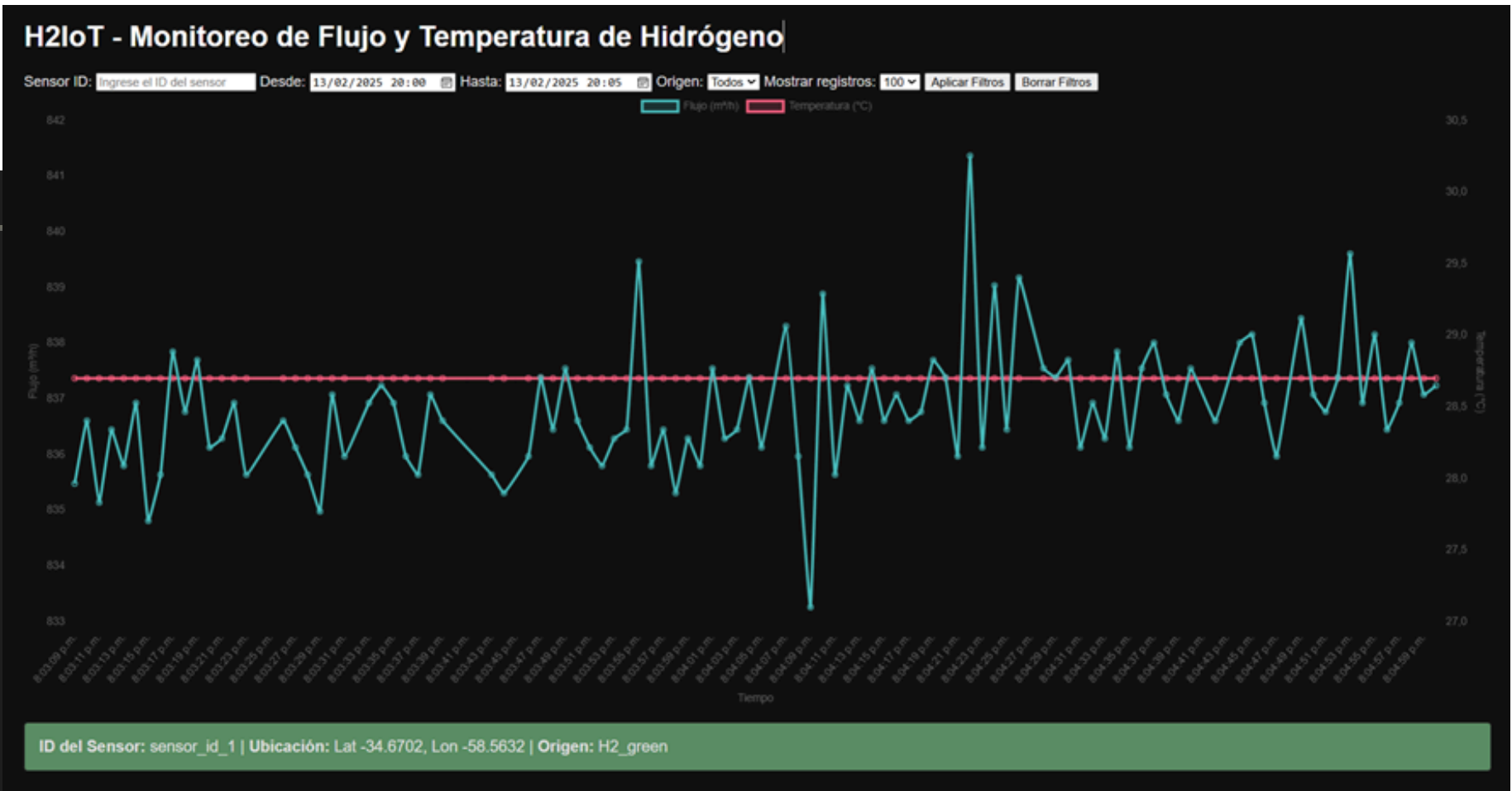


Fig. 6. Flow Test

# RESULTADOS

```
-----JSON packet-----
{
  "Sensor ID": "sensor_id_1",
  "Insetemp": "2021-05-01 12:00:00",
  "Flow Rate": 60.00,
  "Temperature": 32.35,
  "Latitude": -34.6702,
  "Longitude": -58.5623,
  "Origin Certification": "IC_green"
}
```

```
(227241) CoAP_client: Resolved address: 192.168.1.98:5683
(227241) CoAP_client: Envio del PUT
(227241) CoAP_client: Liberando al contesto CoAP...
(227241) CoAP_client: Liberando la dirección destino...
(227241) CoAP_client: Recursos liberados.
(227241) Client: CoAP client instancia destroyed after cardipticousst.
```



sensor_id	timestamp	flow_rate	temperature	latitude	longitude	origin_certification
sensor_id_1	2025-02-13 20:10:01	1777	28.7	-34.6702	-58.5632	H2_green
sensor_id_1	2025-02-13 20:10:02	1995	28.7	-34.6702	-58.5632	H2_green
sensor_id_1	2025-02-13 20:10:03	1986	28.7	-34.6702	-58.5632	H2_green
sensor_id_1	2025-02-13 20:10:04	2000	28.7	-34.6702	-58.5632	H2_green
sensor_id_1	2025-02-13 20:10:05	2084	28.7	-34.6702	-58.5632	H2_green
sensor_id_1	2025-02-13 20:10:06	2016	28.7	-34.6702	-58.5632	H2_green



# CONCLUSIONES



Se demostró el desarrollo de un sistema IoT integrado, modular y flexible, diseñado para interactuar directamente con sensores industriales de hidrógeno



Se comprueba la comunicación a través del protocolo CoAP sobre Wifi con el servidor remoto, utilizando una trama de datos JSON



Buena respuesta de señales a través del filtrado y de la caracterización del software.



El prototipo permitió estudiar los diferentes bloques en la cadena de certificación.



Próximos pasos: trabajo con normativa de ambientes explosivos.



# MUCHAS GRACIAS

**Ing. Rodrigo Spano**

[rspano@unlam.edu.ar](mailto:rspano@unlam.edu.ar)

Tel. 11-3198-3464

Universidad Nacional de La Matanza - Bs As, Argentina

