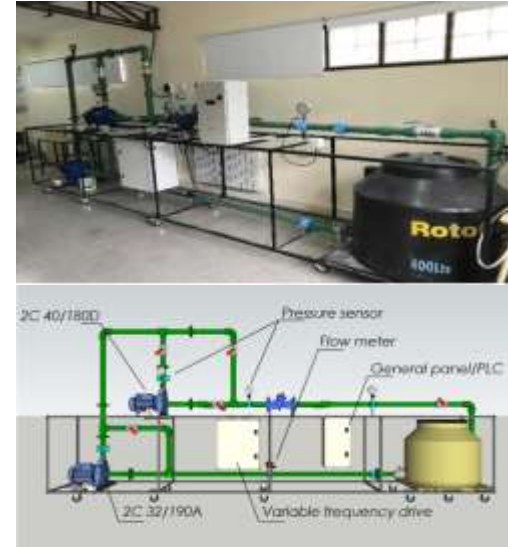


APLICACIÓN IIoT EN UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA



BASES DEL TRABAJO

- Se trata de un esfuerzo continuado del laboratorio de Automatización y Control de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y el Dpto. de Innovación y Automatización de la Sociedad Cooperativa Popular Limitada de Comodoro Rivadavia.
- Se trabajo sobre un banco de pruebas realizado para controlar la distribución de agua de la ciudad y además generar energía con bombas usadas como turbinas (PAT).
- Los primeros trabajos sobre el banco de pruebas permiten conocer un modelo de la bomba utilizada como turbina y el diseño de un primer controlador PI para controlar la variable principal, la presión de salida del sistema.
- Este trabajo profundiza la forma de recolección de datos, el modelo y el controlador mencionados.



01

SOBRE EL PROYECTO

IIOT E INDUSTRIA 4.0

02

PROTOCOLOS

MODBUS, OPC UA Y GATEWAY
MODBUS/OPC UA

03

DESARROLLO DEL TRABAJO

HMI, DATOS, MODELADO Y
ANÁLISIS.

04

RESULTADOS

CONCLUSIONES

05

PROXIMAS ETAPAS

FUTURO INMEDIATO Y
OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

¿Qué se busca?

Se busca realizar un HMI (Human Machine Interface) para interactuar con el banco de pruebas.

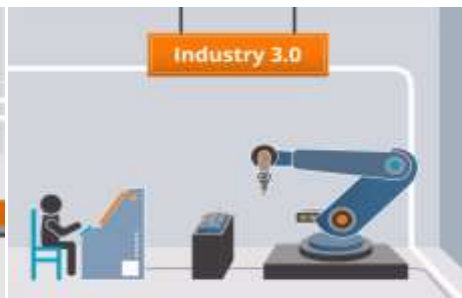
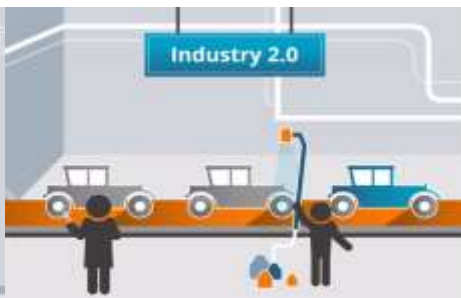
¿Para qué?

Interactuando con el banco de pruebas se puede obtener un flujo de datos para mejorar el modelo, ajustar las técnicas de control utilizadas y aplicar nuevas.

¿Cómo se hace?

Para solucionar el problema se utilizan las nuevas herramientas enmarcadas dentro de la llamada **Industria 4.0**.

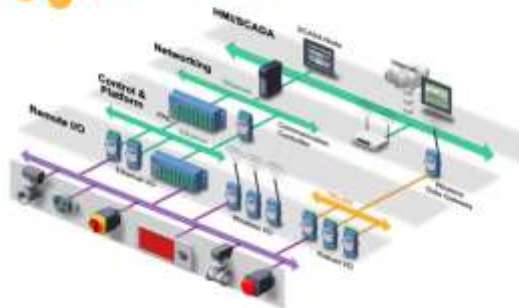
Estas herramientas, entre las que se encuentra el **IIoT**, permiten crear aplicaciones inteligentes que facilitan la interacción entre dispositivos conectados a internet y elementos vinculados al entorno industrial.



PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Modbus

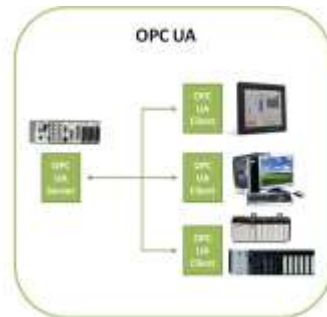
Protocolo industrial de comunicaciones creado en 1979, para control y supervisión de PLCs y otros dispositivos. Sigue siendo predominante en la industria en todas sus versiones.



OPC UA

El protocolo OPC también es un protocolo antiguo que incluía un gran abanico de restricciones. En 2006 la fundación OPC creó OPC UA (Unified Architecture) para adaptar el protocolo a los nuevos requerimientos de internet.

Una de las ventajas principales de este protocolo es **permitir conectar varios sistemas operativos y plataformas.**



HMI – NODE RED

¿Qué es Node-RED?

La opción elegida para realizar una HMI es la plataforma **Node-RED de IBM**:

- ❑ Plataforma de desarrollo basada en flujos hechos a partir de bloques programados en Javascript,
- ❑ Permite interfaz interactiva de usuario y visualización a través de navegador web.
- ❑ Se utiliza como cliente OPC UA



GATEWAY OPC UA/MODBUS

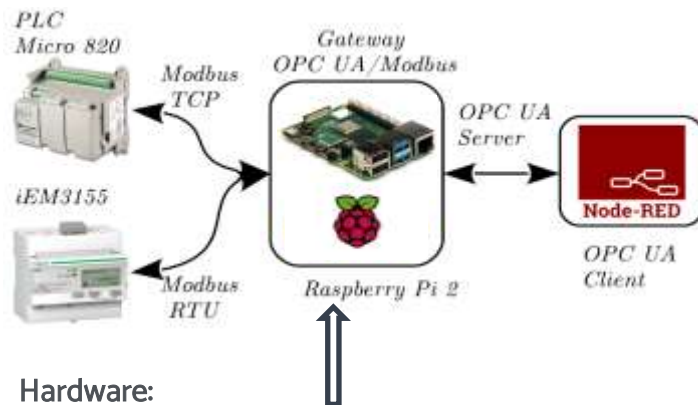
¿Por qué un Gateway?

En el banco de pruebas hay:

- PLC ABB Micro 820 → Modbus TCP
- Medidor de Energia iEM3155 → Modbus RTU

Para la conexión entre aquellos y la plataforma Node-RED se debe utilizar un **Gateway Modbus/OPC UA** que recibe los datos Modbus y los traduce para enviarlos por el protocolo OPC UA hacia el cliente creado en Node-RED.

Esquema del sistema



Hardware:

El Gateway debe ser programado para cumplir la función de traductor y de servidor OPC UA.

Se elige **Raspberry Pi 2**:

- Hardware de muy bajo costo.
- Prestaciones suficientes para la función esperada.
- Integración con Python.

GATEWAY OPC UA/MODBUS

Raspberry Pi:

- ❑ Desarrollo en lenguaje **Python** de modbus master TCP/RTU utilizando la librería “*pymodbus*”.
- ❑ Desarrollo de servidor OPC UA utilizando librería de Python “*Free OPC UA*”

```
1 import pandas as pd
2 from pandas import DataFrame
3 import json
4 from scrapy.spider import Base
5
6 def greeting(name):
7     # type: (str) -> str
8     value = 12
9     return value
10
11 res = greeting('r')
12 res
13
14 a = some_function_call() # type: float
15 a
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
```

Threading

Un problema de conectar dos dispositivos distintos a un mismo programa es la **diferencia en tiempo de transmisión de datos**.

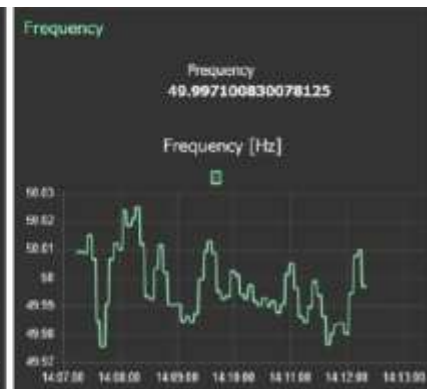
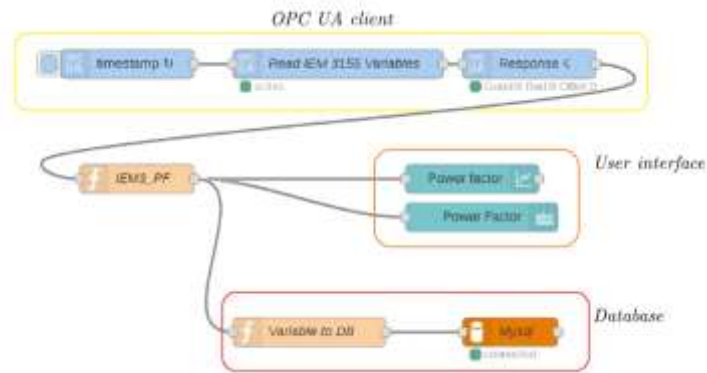
Tasa medidor de energía < tasa de PLC → No se puede asegurar tasa de muestreo adecuada.

Se usa **Threading** → GNU/Linux permite ejecutar 2 partes del mismo programa de forma concurrente. Asegura muestreo adecuado.

CLIENTE OPC UA – NODE RED

Node-RED

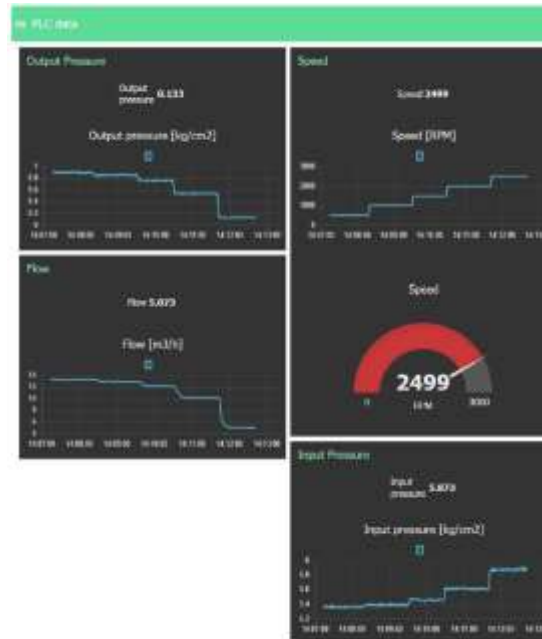
- ❑ Desarrollo de cliente OPC UA: se utiliza toolbox del protocolo creada para la plataforma.
- ❑ Desarrollo de interfaz para visualización de datos.
- ❑ Desarrollo de datalogger para luego utilizar los datos.
- ❑ Conexión con servidor SQL para almacenamiento de datos.



PRUEBAS REALIZADAS

Se desarrollaron pruebas generando escalones de velocidad en la bomba para luego aplicar los valores al modelado del sistema

PLC



Medidor de Energía



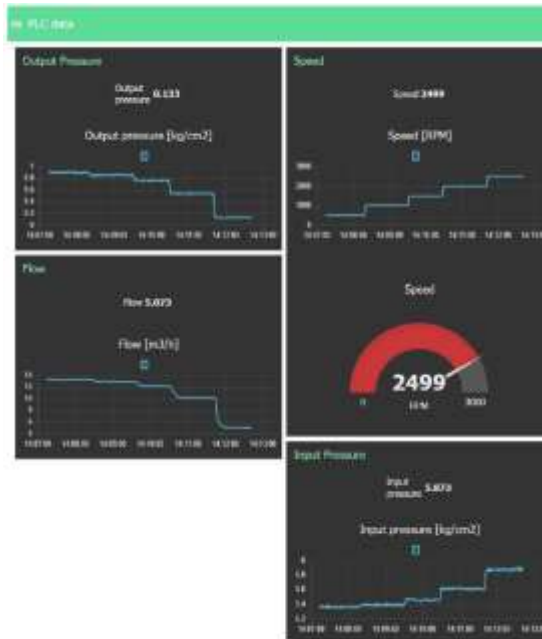
MODELADO

Partiendo de los datos obtenidos se realizo el modelado:

$$y(k) = [H_{1,i}(z) \ H_{2,i}(z) \ H_{3,i}(z)] \begin{bmatrix} n \\ Q \\ P_i \end{bmatrix}$$

- Donde H1, H2 y H3 son funciones transferencia de 3 modelos propuestos para los escalones 1000-1500 RPM, 1500-2000 RPM y 2000-2500 RPM.
- Q es el caudal, n la velocidad de la bomba y Pi la presión de entrada.

PLC



Medidor de Energía



MODELADO

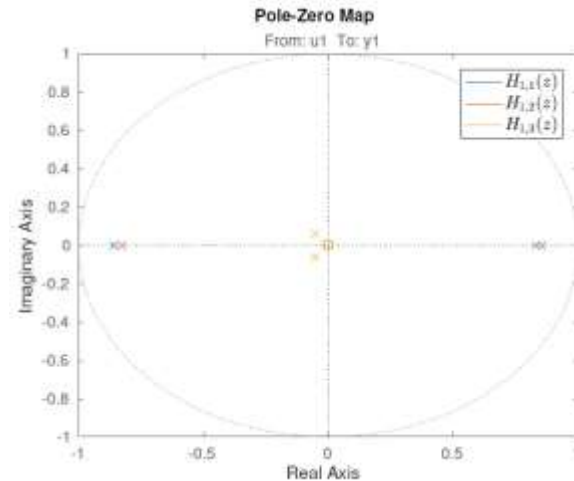
Se realizaron 3 pruebas que llevaron a los parámetros de la tabla

$$H_{1,i}(z) = z^{-r_1} \frac{n_1}{1 + d_{11}z^{-1} + d_{12}z^{-2}},$$

$$H_{2,i}(z) = z^{-r_2} \frac{n_2}{1 + d_{21}z^{-1} + d_{22}z^{-2}},$$

$$H_{3,i}(z) = z^{-r_3} \frac{n_3}{1 + d_{31}z^{-1} + d_{32}z^{-2}}.$$

Step	Parameters of the proposed models					
	d_{11}	d_{12}	d_{21}	d_{22}	d_{31}	d_{32}
1	0.004	-0.73	-0.15	0.72	-0.10	-0.86
2	-0.006	-0.68	-1.43	0.43	0.009	0.3712
3	0.108	0.006	-1.82	0.825	0.006	-0.946
	r_1	r_2	r_3	n_1	n_2	n_3
1	7	3	14	$-6.8e-5$	-0.06	-0.01
2	7	16	1	$-1.1e-4$	$2.3e-8$	-0.2
3	13	3	1	$-4e-4$	$2.3e-7$	-0.009



El mapa de polos y zeros superior muestra que los polos dependen mucho de la operación del sistema

El lazo de control requiere considerar estas diferencias



HMI NODE-RED

Node-RED probó ser muy útil para los fines utilizados. La interfaz resulta amigable y eficiente.



MODBUS/OPC UA RASPBERRY PI

Se logró un Gateway y una HMI por un costo reducido, comparado con otros tipos de plataforma como SCADA.



MODELADO CONTROL

El modelado se ve favorecido por la facilidad de registrar datos, permitiendo mejor modelado y aplicación de estrategias de control.

FUTURO



Base de datos local: Se trabajara para mejorar la base de datos y lograr tener una propia del laboratorio.



Técnicas de control avanzado: con base en lo realizado se planean utilizar técnicas de control predictivo para ajustar el control a cada uno de los comportamientos analizados.



Mejoras en Node-RED: la próxima etapa de desarrollo incluye la utilización de la interfaz para actuar sobre la válvula de control, además de varias mejoras a la interfaz.

GRACIAS!

Alguien tiene preguntas?

Mario.valagao.s@gmail.com

