



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN  
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO  
EN: ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**AUTOR: JIMÉNEZ GUAMAN, CARLOS STEVEN**

**DIRECTORA: ING. CAJAS BUENAÑO, MILDRED LISSETH**

**LATACUNGA - 2020**





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL AUTOMÁTICO DE NIVEL MEDIANTE INDUSTRIINO PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN EL MÓDULO DIDÁCTICO PCT 3.



## Objetivo general

Implementar un control automático de nivel mediante Industriuno para prácticas de laboratorio en el módulo didáctico PCT 3.

## Objetivos específicos

- Investigar las características del módulo Ind I/O de nivel industrial mediante las hojas técnicas para aplicarlas en un control de nivel.
- Determinar los parámetros que se van a configurar en el módulo mediante hojas técnicas para implementar el control automático de la estación de nivel.
- Diseñar e implementar dos electro-válvulas para el control de nivel de los tanques de la estación.

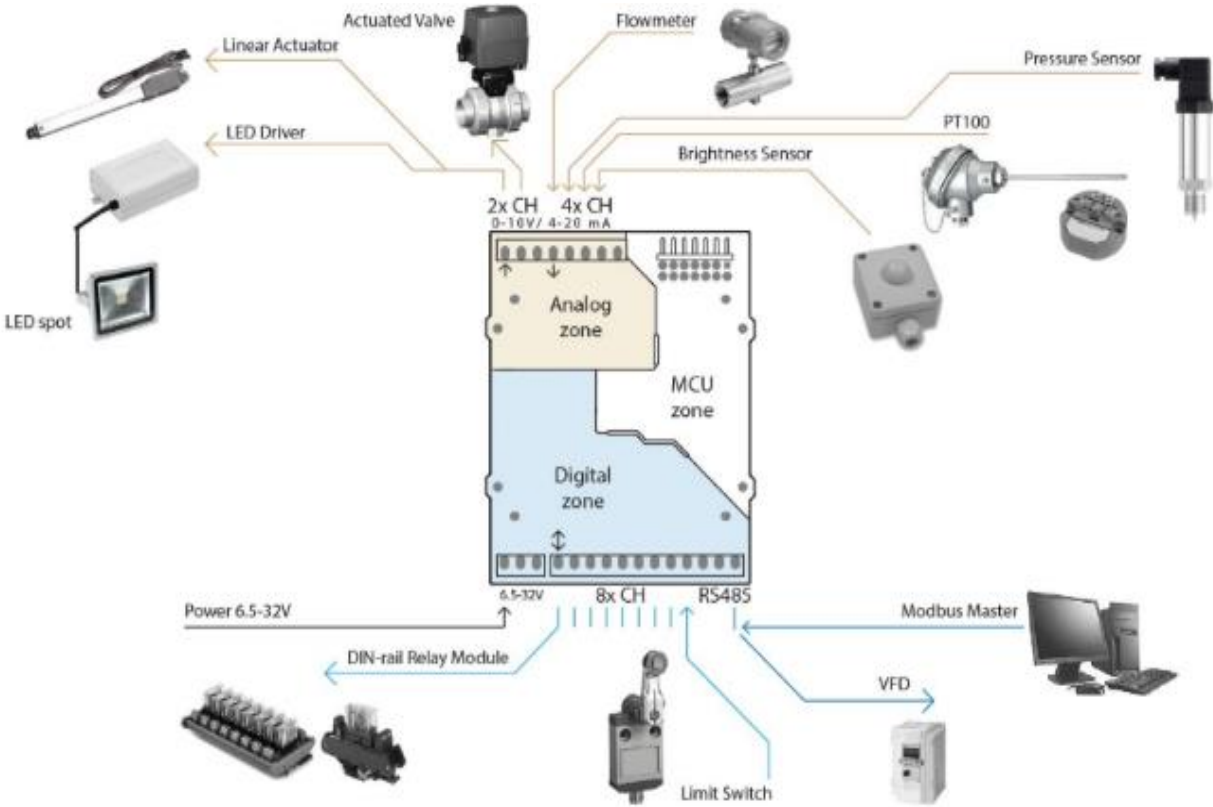
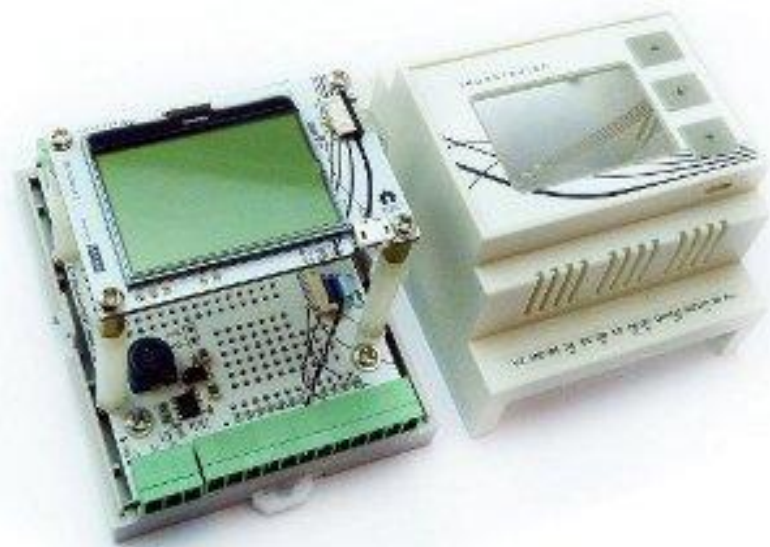


# MÓDULO INDUSTRIUINO

- Es un controlador industrial compatible con Arduino Leonardo que puede montarse sobre un carril DIN, con entradas/salidas suficientes para conectar todo tipo de sensores y actuadores. Además, tiene una placa de prototipado en su interior para añadir componentes personalizados. Es un autómatas programable que tiene como objetivo ofrecer una PLC potente con la flexibilidad y sencillez de Arduino
- Este Baseboard es una solución de interfaz para salvar la brecha entre la compatibilidad de Arduino y el mundo de los PLC, robustos sensores y actuadores industriales.



# MÓDULO INDUSTRIUINO



# CONTROL FUZZY

- Un sistema de control difuso usa el conocimiento experto para generar una base de datos que darán al sistema la capacidad de tomar decisiones sobre ciertas acciones que se presentan en su funcionamiento, permite describir un conjunto de reglas que utilizaría una persona para controlar un proceso.
- El control automático surge para liberar al hombre de tareas repetitivas, donde la complejidad del sistema a controlar es elevada o la operación es riesgosa.



# IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL FUZZY

Para implementar la técnica de lógica difusa a una aplicación real se requiere tomar en consideración las entradas (sensores o panel de ingreso de datos), la experiencia de usuario (operario) y las salidas (actuadores como: electro-válvulas, bomba), de acuerdo a estas consideraciones se sigue los siguientes parámetros:

- Fusificación
- Proceso de inferencia difusa
- Defusificación



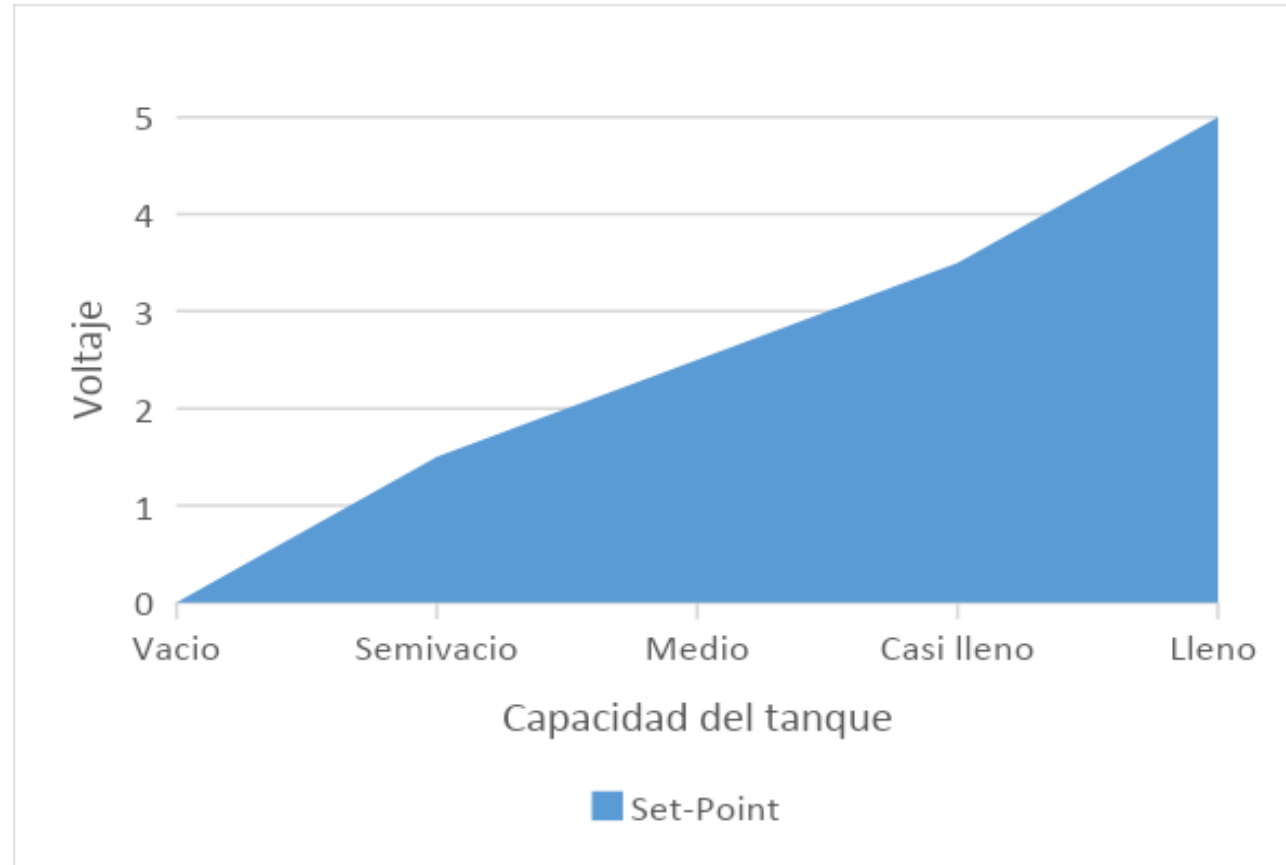
# FUSIFICACIÓN

Este proceso convierte los datos reales en datos difusos o Funciones de la membresía (MF). En la fusificación se asignan grados de pertenencia a cada una de las variables de entrada en este caso particular las variables son “Set-Point” (tomada del panel frontal) y “Sensor” (tomada del sensor ultrasónico), además se considera el “error” como una variable interna puesto que este resulta de la diferencia entre “Set-Point” y “Sensor”.

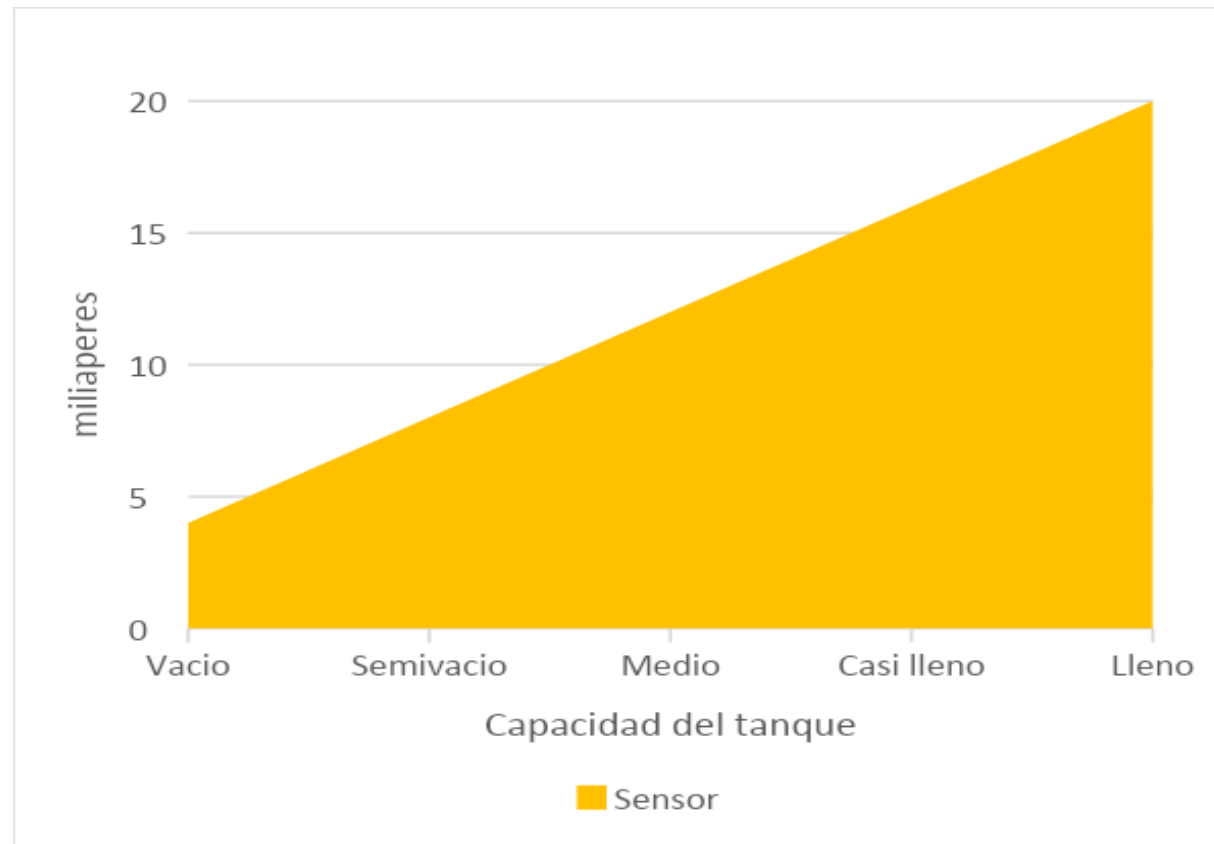




# FUSIFICACIÓN DE SET-POINT

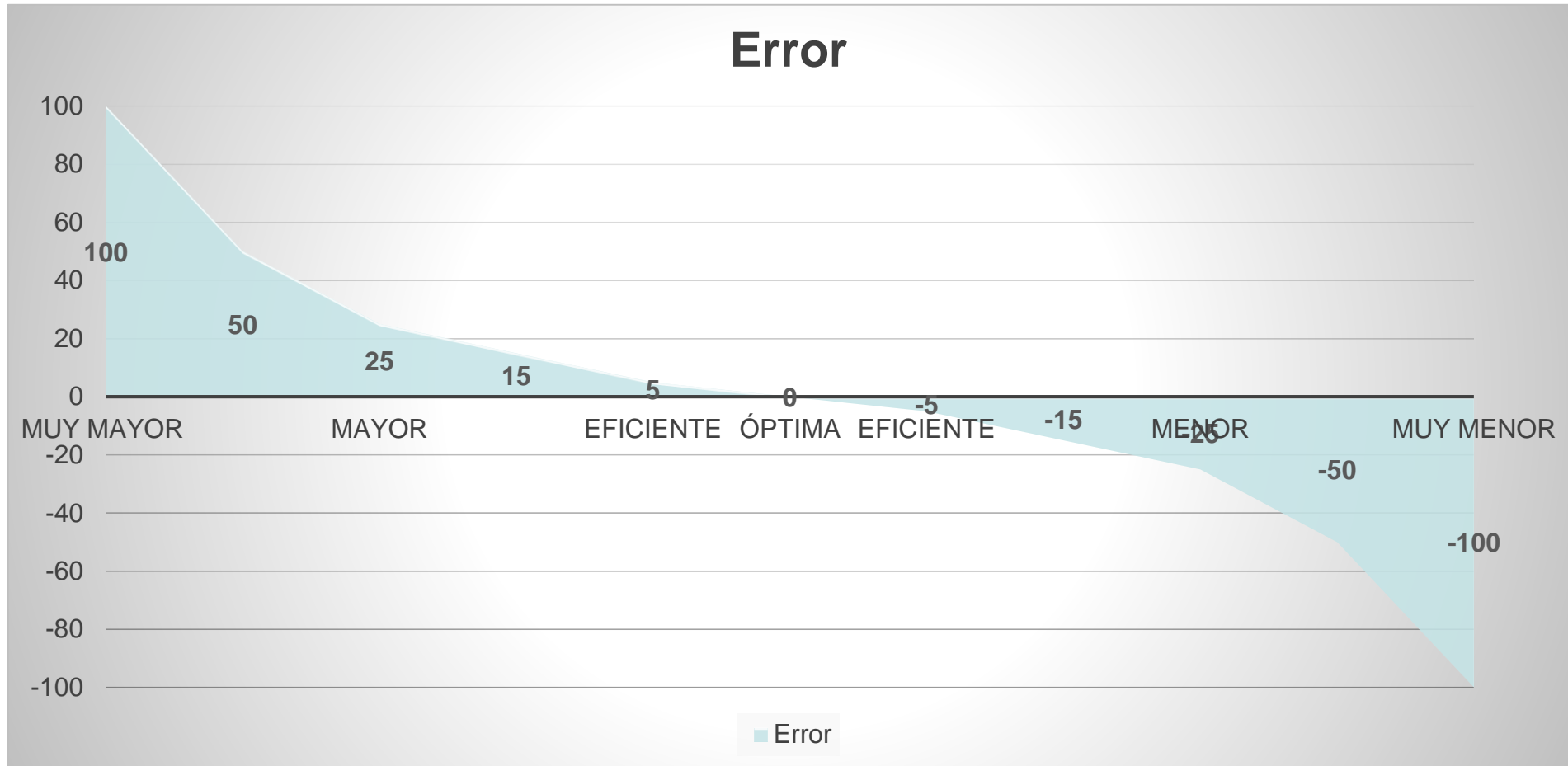


# FUSIFICACIÓN DEL SENSOR ULTRASÓNICO TEACH



# VARIABLE "ERROR"

## ERROR = SET-POINT - SENSOR



# PROCESO DE INFERENCIA DIFUSA

La inferencia relaciona los conjuntos difusos de entrada y salida para representar las reglas que definirán el sistema, mediante la base de conocimiento se asocia el dominio de la aplicación y los objetivos de control, en esta etapa se deben definir las reglas lingüísticas de control que decidirán la forma en la que debe actuar el sistema.

Básicamente combina las funciones de membrecía con las reglas de control para derivar la salida borrosa.



# REGLAS DIFUSAS

	Muy Mayor	Mayor	Eficiente +	Óptimo	Eficiente -	Menor	Muy Menor
<b>Bomba</b>	Activa	Activa	Activa	Activa	Activa	Activa	Activa
<b>Electro - válvula 1</b>	Abierta	Medio abierta	Constante	Constante	Medio abierta	Semi abierta	Semi abierta
<b>Electro - válvula 2</b>	Semi abierta	Semi abierta	Medio abierta	Constante	Constante	Medio abierta	Abierta

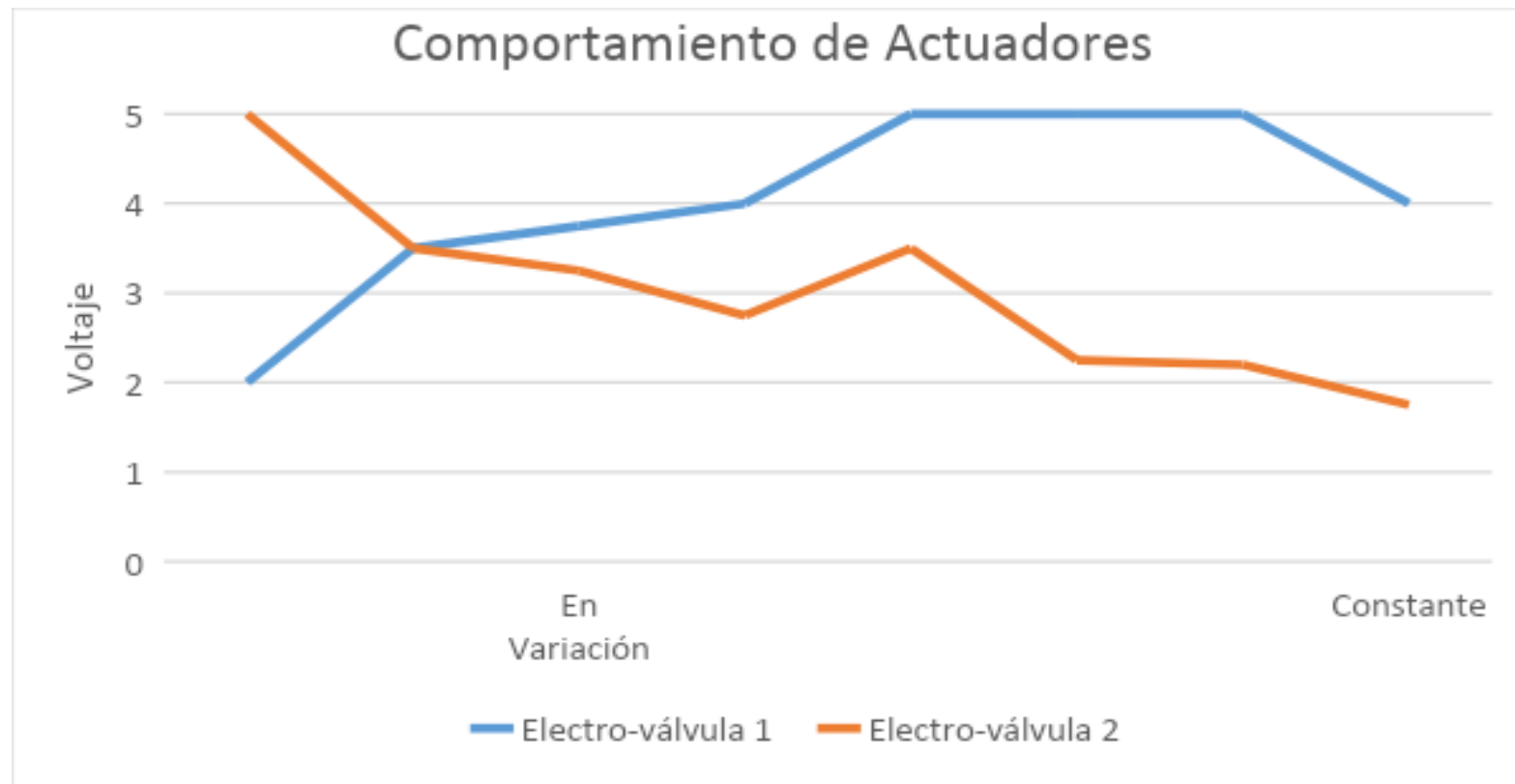


# DEFUSIFICACIÓN

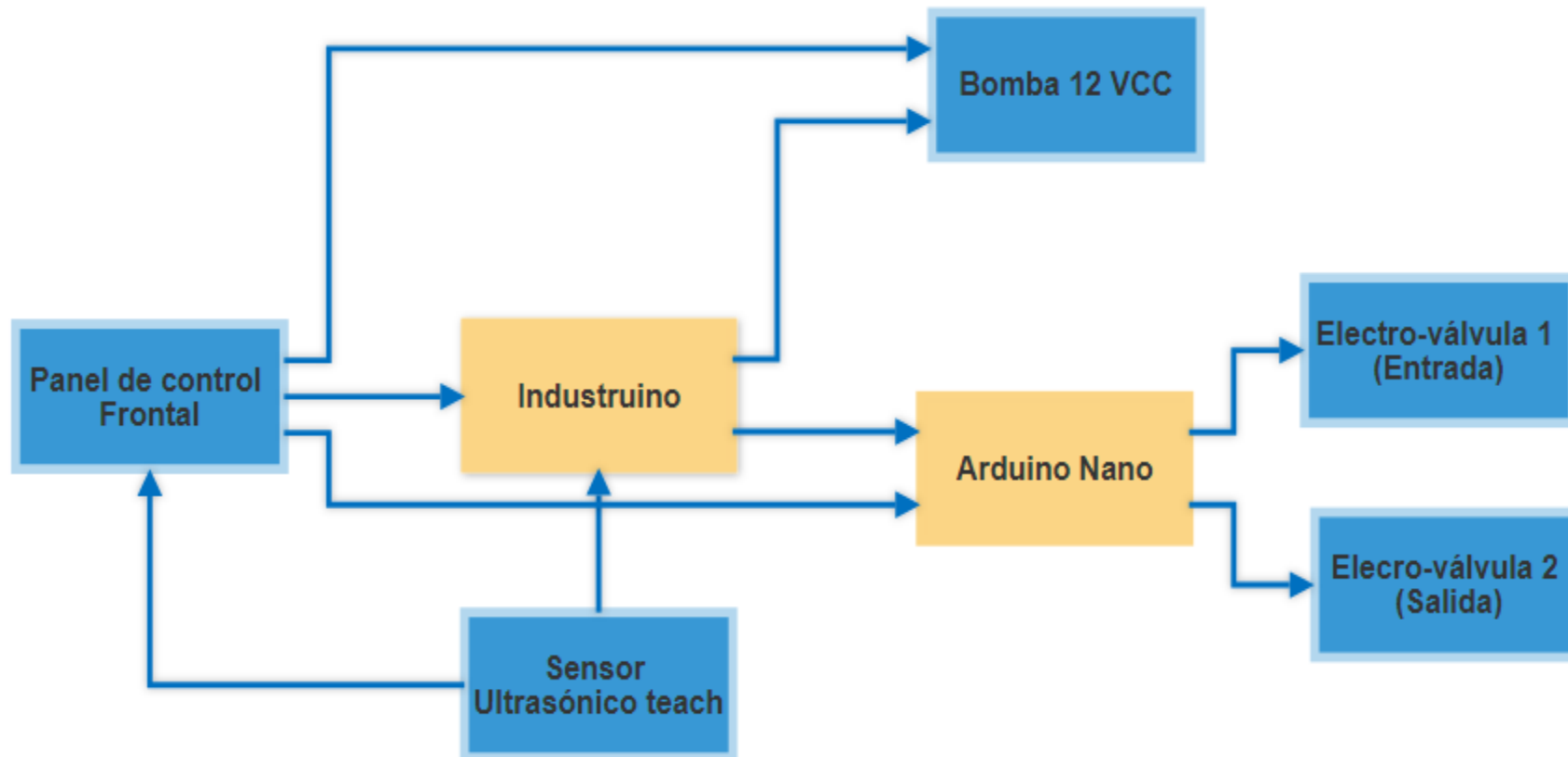
La defusificación adecua los valores difusos generados en la inferencia en valores crisp, estos son datos cuantificables que posteriormente se utilizarán en el proceso de control determinando comportamiento de los actuadores. Se utilizan diferentes métodos para determinar la salida en base a las entradas y a las reglas difusas establecidas.



# DESFUSIFICACIÓN PARA CONTROL DE ACTUADORES

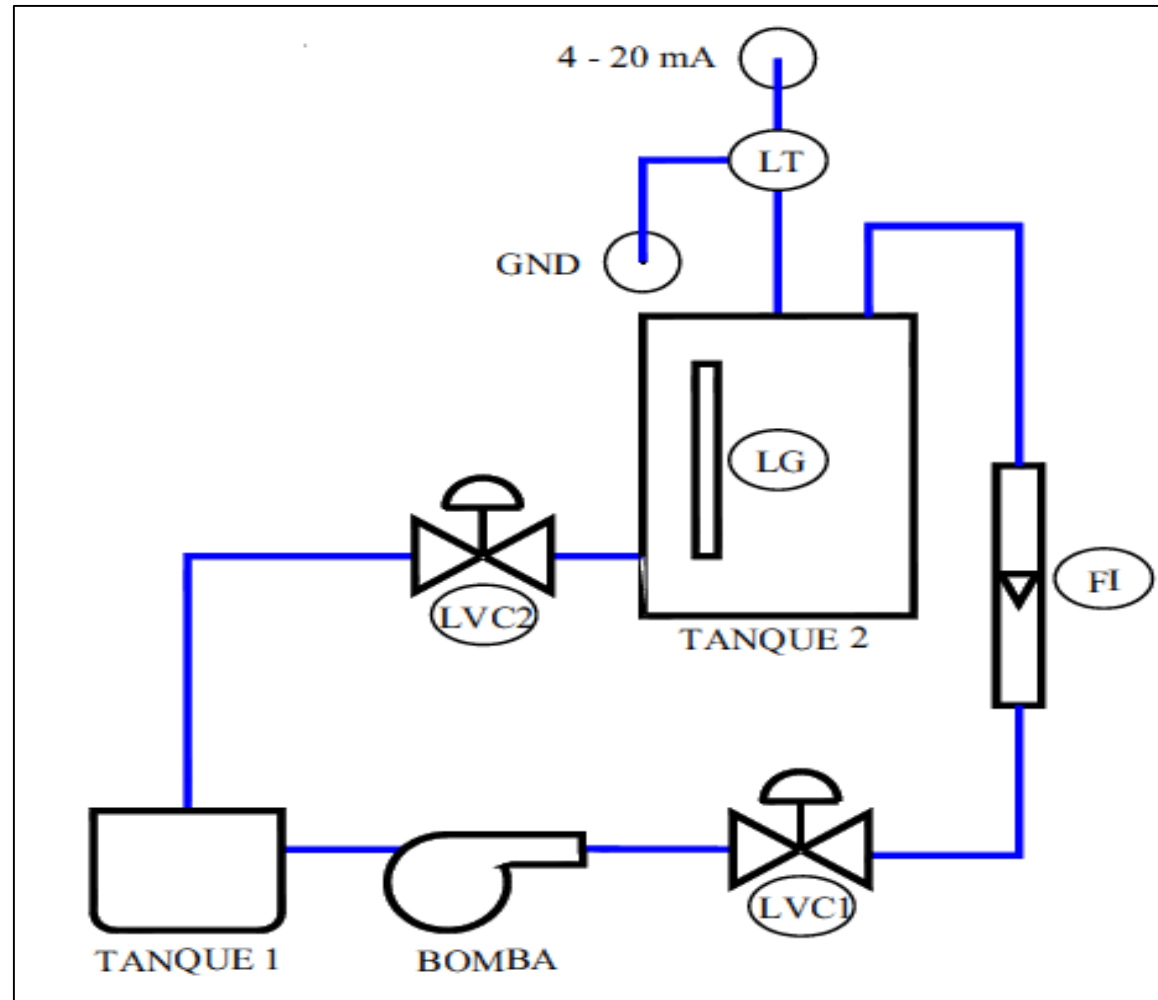


# DIAGRAMA DE CONEXIONES DE INDUSTRIUINO

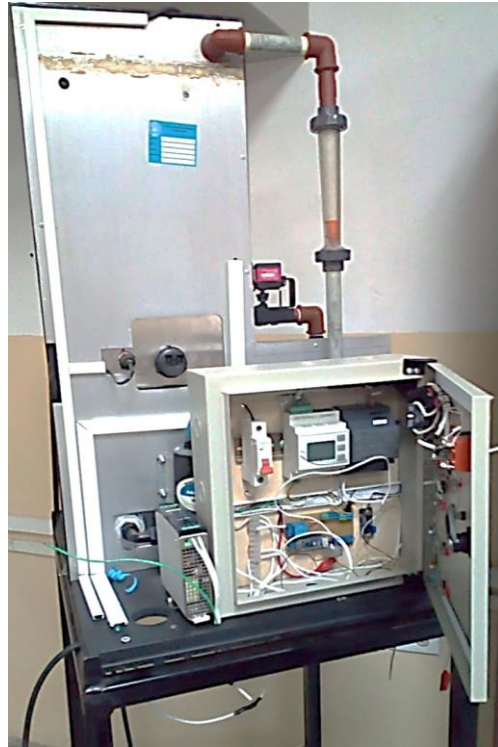




# P&ID DE MÓDULO PCT 3



# MÓDULO COMPLETO CON EL PANEL



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Al fusificar las variables de entrada se recibe datos de diferentes magnitudes (corriente, voltaje) las cuales no pueden relacionarse directamente, mediante Industruino podemos mapear estas entradas obteniendo así un valor cuantitativo proporcional para que al establecer los grados de pertenencia exista una clara relación entre los valores independientemente de su magnitud y de esta manera facilitar la implementación del control de nivel.
- Al realizar las electro-válvulas didácticas se fabricó un acople mediante una impresora 3D para mover una válvula manual tipo bola mediante un servo-motor de 25 kg de torque, este acople se colocó verticalmente entre el eje del servomotor y el eje de la válvula manual. El servomotor se controla mediante PWM con lo cual se obtiene motricidad fina al momento de abrir la electro-válvula.



- Debemos considerar que cada variable de entrada (sensor, Set-Point), no presentan las mismas magnitudes ni escalas por lo cual mapear los datos cuantitativos es de suma importancia, solo esta manera podemos realizar operaciones algebraicas dentro del software arduino para el control de los actuadores (electro-válvulas, bomba).
- Existe en la actualidad una un sin número de aplicaciones mediante control Fuzzy poco exploradas como la inteligencia artificial, aplicaciones automotrices, plantas químicas, etc., por lo cual debemos mantenernos abiertos a fallos de cálculos, hay que recordar que el control fuzzy se basa en la experiencia de un operario más no en cálculos pre programados como en el resto de sistemas de control.



**MUCHAS GRACIAS  
POR SU GENTIL  
ATENCIÓN**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA