

**“HAS DE TU VIDA UN
>>SUEÑO<<,
Y DE TU SUEÑO UNA
>>REALIDAD<<”**



ANTOINE DE SAINT



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLADORES DIFUSOS APLICADO A LOS PROCESOS DE PRESIÓN Y FLUJO DEL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS “ESPE” EXTENSION LATACUNGA, INTEGRADOS POR UNA RED ETHERNET INDUSTRIAL.”

ERICK ALEXANDER QUIMBITA PANCHI
LUIS MEDARDO ALOMOTO IZA



AGENDA

- MOTIVACIÓN
- OBJETIVOS
- ANTECEDENTES
- MODELAMIENTO Y SIMULACION
- IMPLEMENTACIÓN DE LOS ALGORITMOS DIFUSOS
- IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ETHERNET
- ANÁLISIS DE RESULTADO
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES

MOTIVACIÓN

Nuestra motivación se centra en el desarrollo tanto industrial como tecnológico del país, y en el aporte que podemos dar como estudiantes por medio de la investigación y realización de este tipo de proyectos.

Además del beneficio personal e institucional que representa un proyecto de investigación.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar controladores difusos aplicados a los procesos de presión y flujo del laboratorio de redes industriales y control de procesos de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS “ESPE” EXTENSIÓN LATACUNGA, integrados por una Red Ethernet Industrial.

ANTECEDENTES

Debido a que los controladores tradicionales son insuficientes para cubrir las necesidades que un proceso complejo requiere, existen varios controladores avanzados como el Fuzzy Logic (Lógica Difusa)

El cual se basa en antecedentes y consecuencias, es decir, comparar los antecedentes con conjuntos establecidos para ejecutar una acción de respuesta llamada consecuente.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DIFUSO

- El control difuso simula una acción humana (CV) intuitiva sobre la variable manipulada (PV) para llevar el proceso a la señal de consigna (SP).
- Esta acción se realiza mediante “Reglas”, que utilizan “Variables lingüísticas”, basadas en el conocimiento del comportamiento dinámico del proceso.

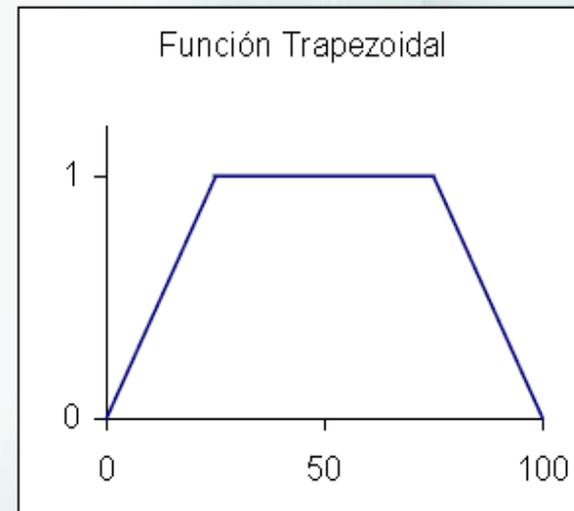
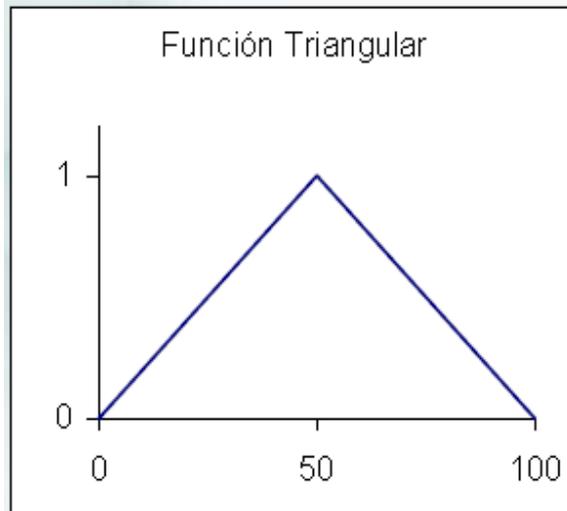
ELEMENTOS USADOS EN SISTEMAS BASADOS EN LÓGICA DIFUSA

VARIABLES DE DOMINIO

- ***Variables de Estado.***- Se refiere las variables de entrada del Sistema.
- ***Variables de Control.***- Se refiere a las variables de salida del Sistema.

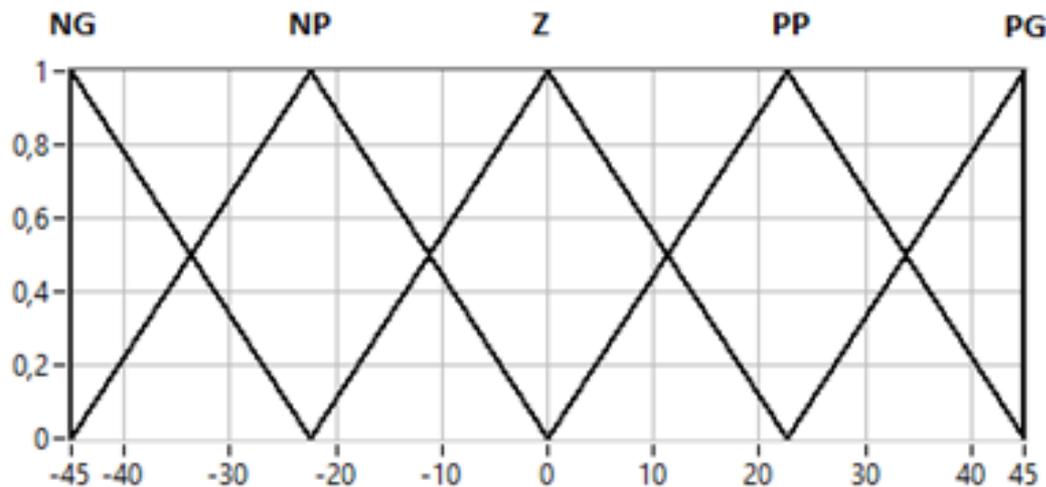
FUNCIONES DE PERTENENCIA

- Establece la relación entre el grado de pertenencia y los elementos del conjunto difuso



VARIABLES LINGÜÍSTICAS

Son aquellas que no toman valores numéricos como sucede con las variables numéricas convencionales, sino que se cuantifica en términos lingüísticos.



NG: Negativo Grande
NP: Negativo Pequeño
Z: Cero
PP: Positivo Pequeño
PG: Positivo Grande

FAM (Fuzzy Association Matrix)

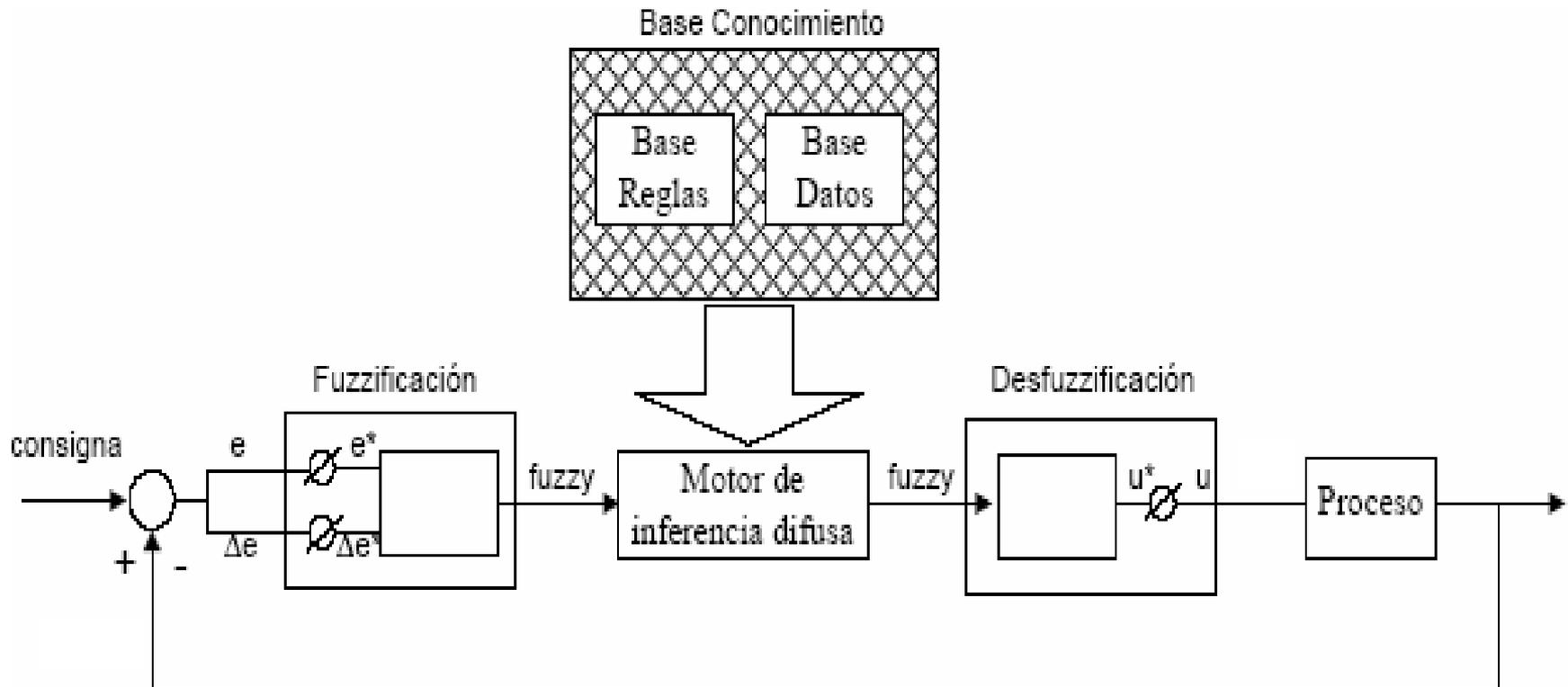
Es una matriz de asociación difusa que relaciona una variable de control con las variables de estado

de\e	NG	NP	Z	PP	PG
NG	NG	NG	NM	NP	Z
NB	NG	NM	NP	Z	PP
Z	NM	NP	Z	PP	PM
PP	NP	Z	PP	PM	PG
PG	Z	PP	PM	PG	PG

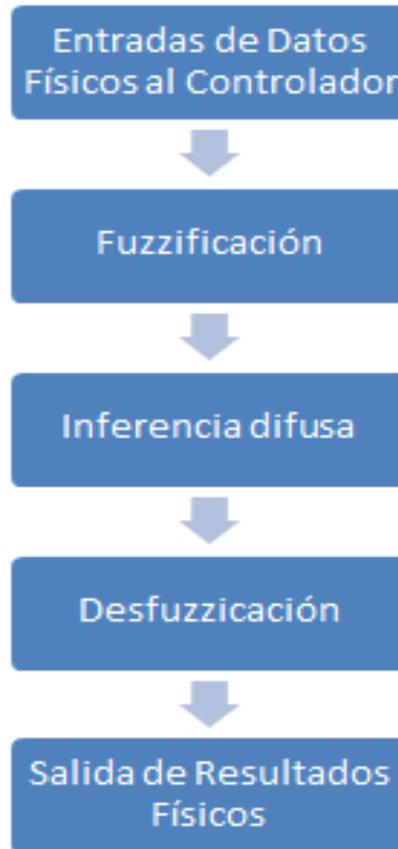
INFERENCIA DIFUSA

Se denomina inferencia difusa a la manera de obtener conjuntos difusos en base a combinaciones de otros conjuntos difusos mediante reglas.

ESTRUCTURA DE UN CONTROLADOR DIFUSO



ETAPAS DE UN CONTROLADOR DIFUSO

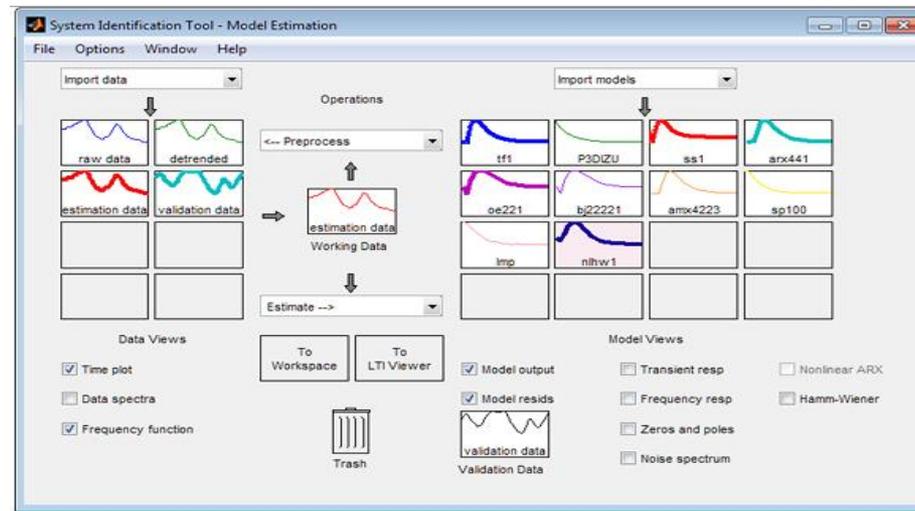


MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN

- Se realizó el modelamiento de las plantas y la simulación de los controladores para comprobar el correcto funcionamiento de los algoritmos de control antes de la implementación.
- Usando el software de Matlab tanto para el modelamiento como para la simulación:
 - ❖ IDENT
 - ❖ Fuzzy Logic Toolbox

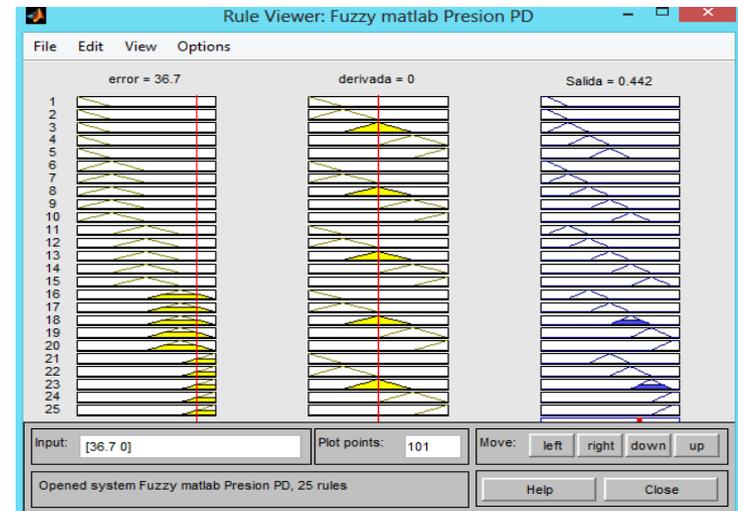
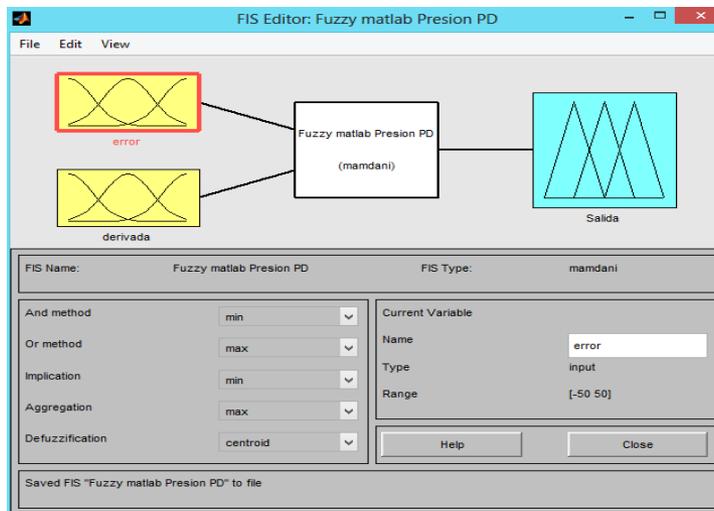
MODELAMIENTO

- Para encontrar el modelo de las plantas se usó el Método de Identificación.
- El método de identificación adquiere información del proceso básicamente información de entradas y salidas, de forma directa es posible identificar un proceso



SIMULACIÓN

- En la simulación de nuestros algoritmos de control se utilizó el Fuzzy Logic Toolbox que permite diseñar y observar el comportamiento del algoritmo de control.



IMPLEMENTACIÓN DE LOS ALGORITMOS DIFUSOS

SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE CONTROL

- NI MyRio
- Soporta Comunicación Ethernet
- Aplicaciones en Tiempo Real
- Gran capacidad de procesamiento



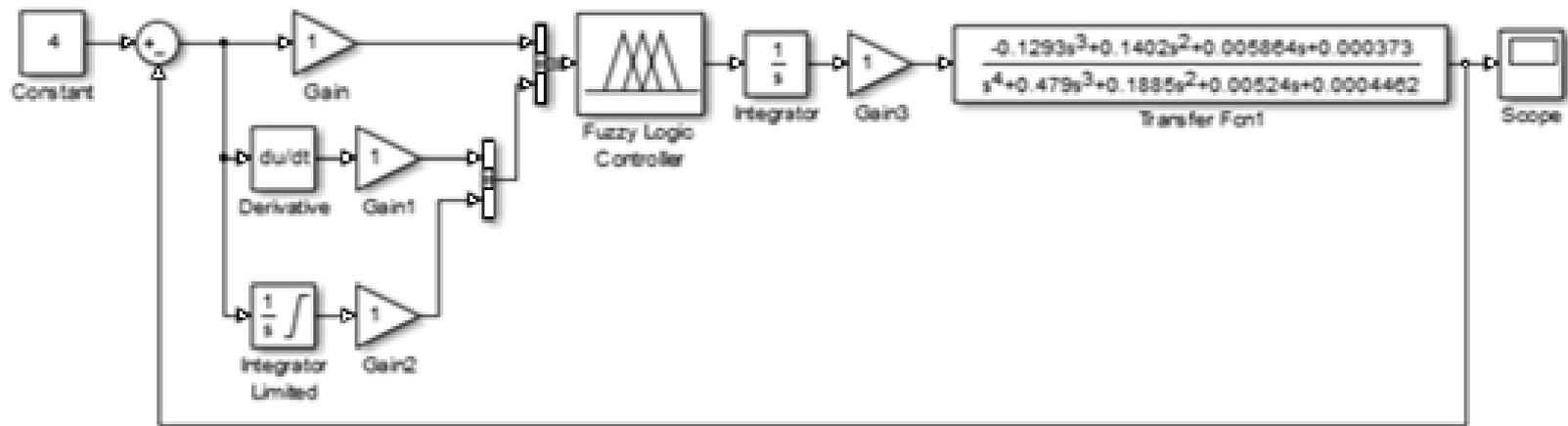
SELECCIÓN DEL SOFTWARE

- El software a utilizar debe tener las siguientes características:
 - Comunicación Ethernet.
 - Creación de ejecutables.
 - Factibilidad de diseño de HMI.
 - Compatible con el dispositivo de control

Por lo tanto el software a utilizar es el Labview.

DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE FLUJO

- Control Fuzzy PID+I



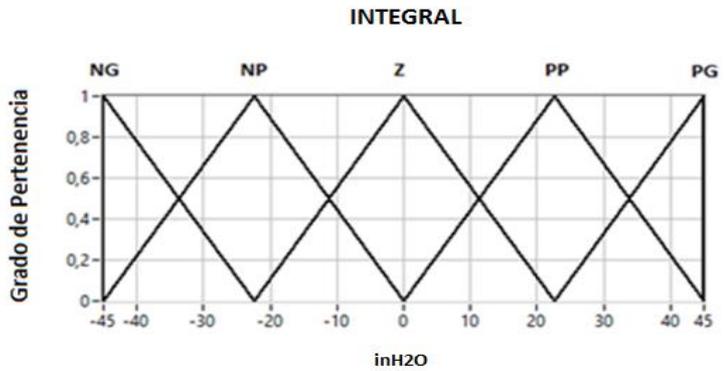
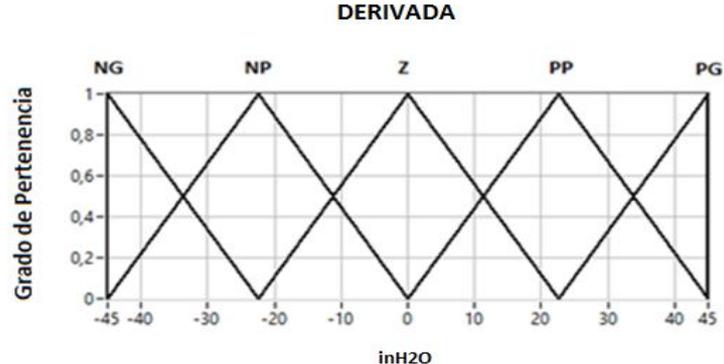
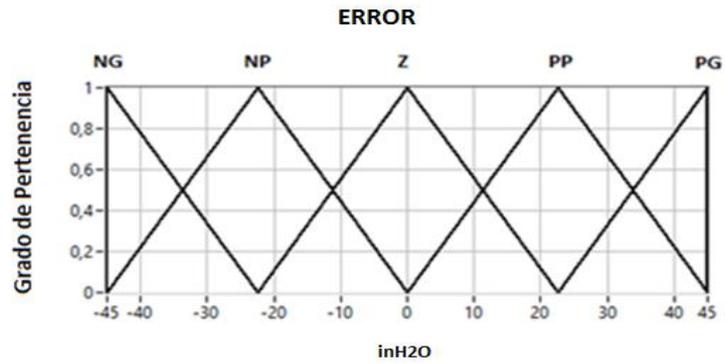
DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE FLUJO

- Variables de Entrada
- Variables de Salida



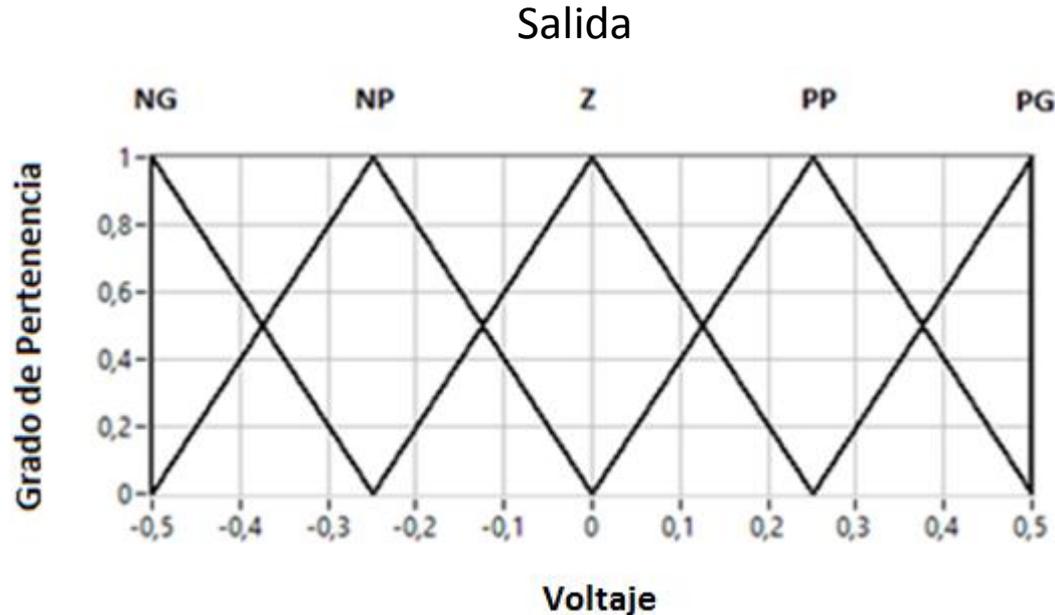
DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE FLUJO

CONJUNTOS DIFUSOS DE ENTRADA:



DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE FLUJO

CONJUNTOS DIFUSOS DE SALIDA:



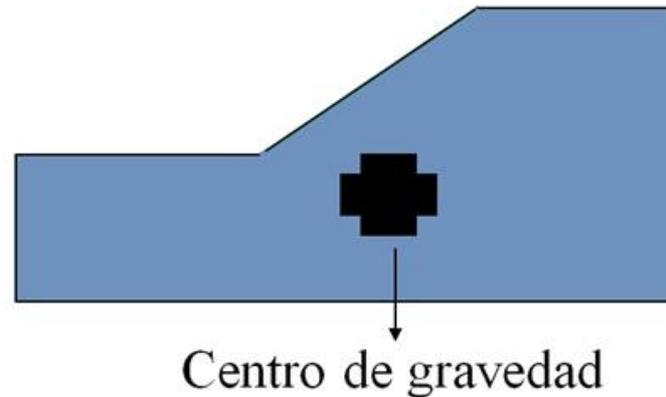
DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE FLUJO

REGLA DIFUSAS / FAM

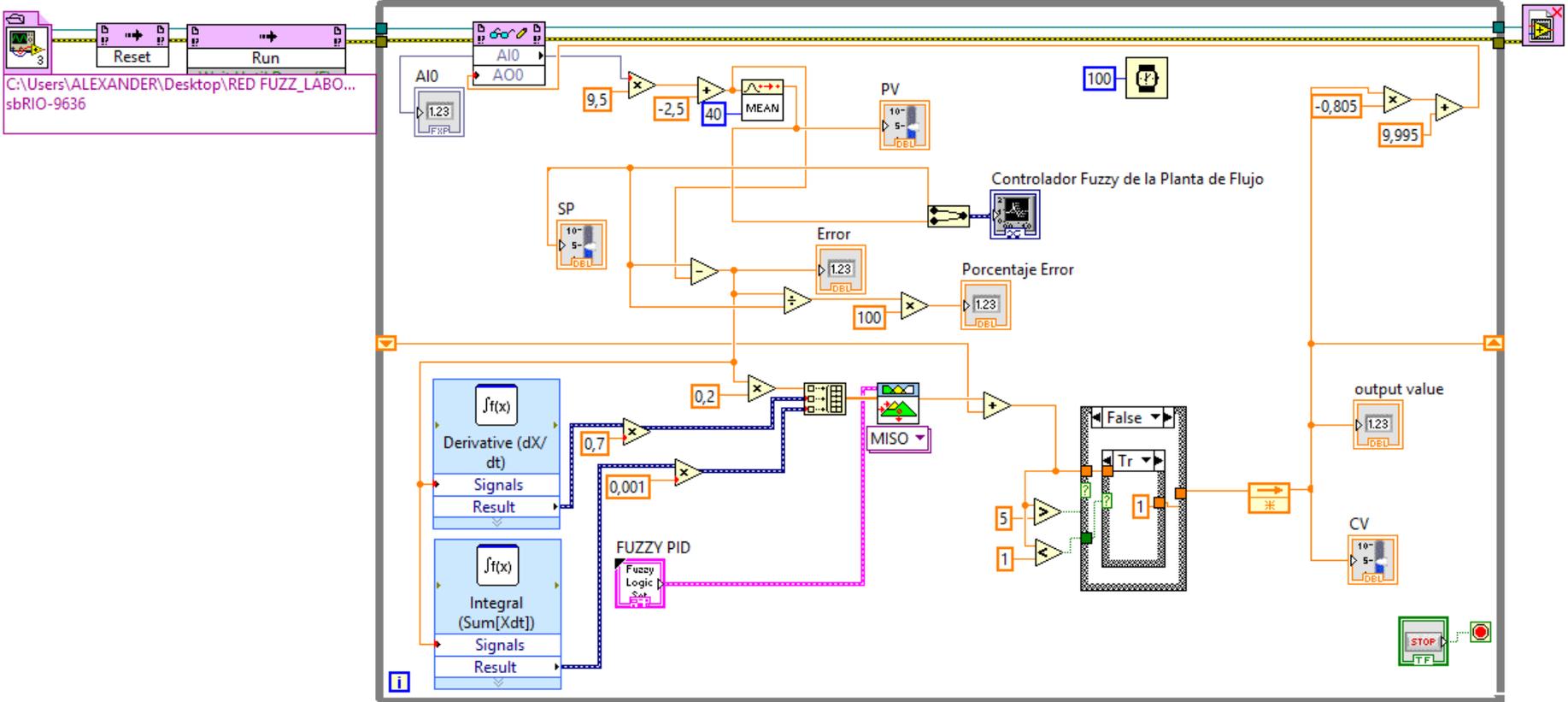
# Regla	Error	Derivada	Integral	Salida
1	NG	NG	NG	NG
2	NG	NG	NP	NG
3	NG	NG	ZE	NG
4	NG	NG	PP	NG
5	NG	NG	PG	NG
6	NG	NP	NG	NG
7	NG	NP	NP	NG
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
122	PG	PG	NP	PG
123	PG	PG	ZE	PG
124	PG	PG	PP	PG
125	PG	PG	PG	PG

DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE FLUJO

METODO DE DEFUZZIFICACION

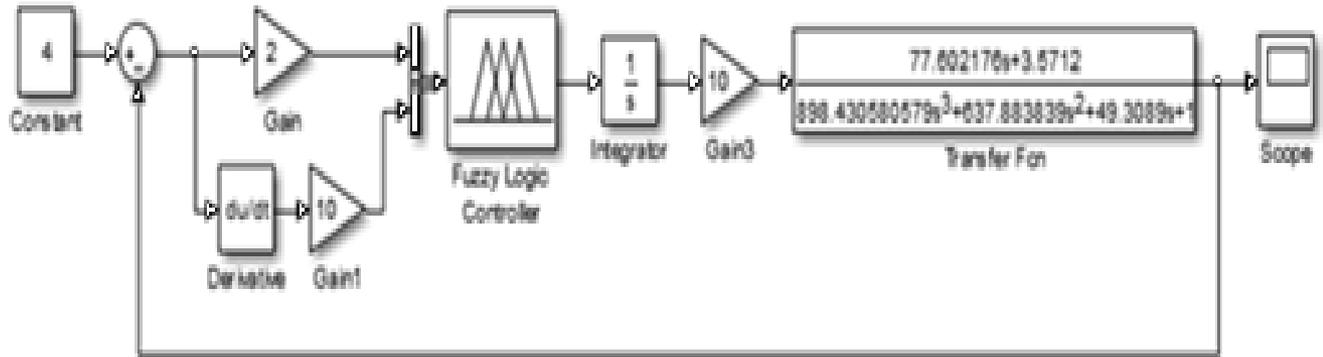


PROGRAMACION DEL ALGORITMO DIFUSO PARA LA PLANTA DE FLUJO



DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE PRESIÓN

Control Fuzzy PD+I



DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE PRESIÓN

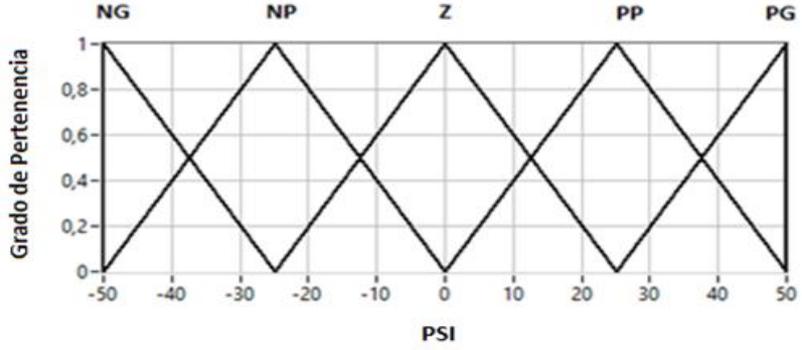
- Variables de Entrada
- Variables de Salida



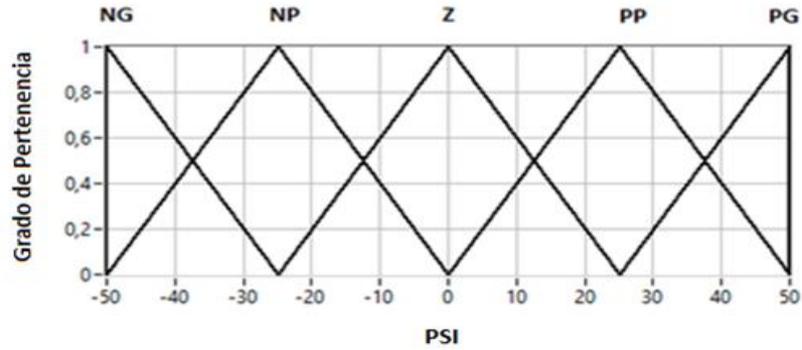
DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE PRESIÓN

CONJUNTOS DIFUSOS DE ENTRADA:

ERROR

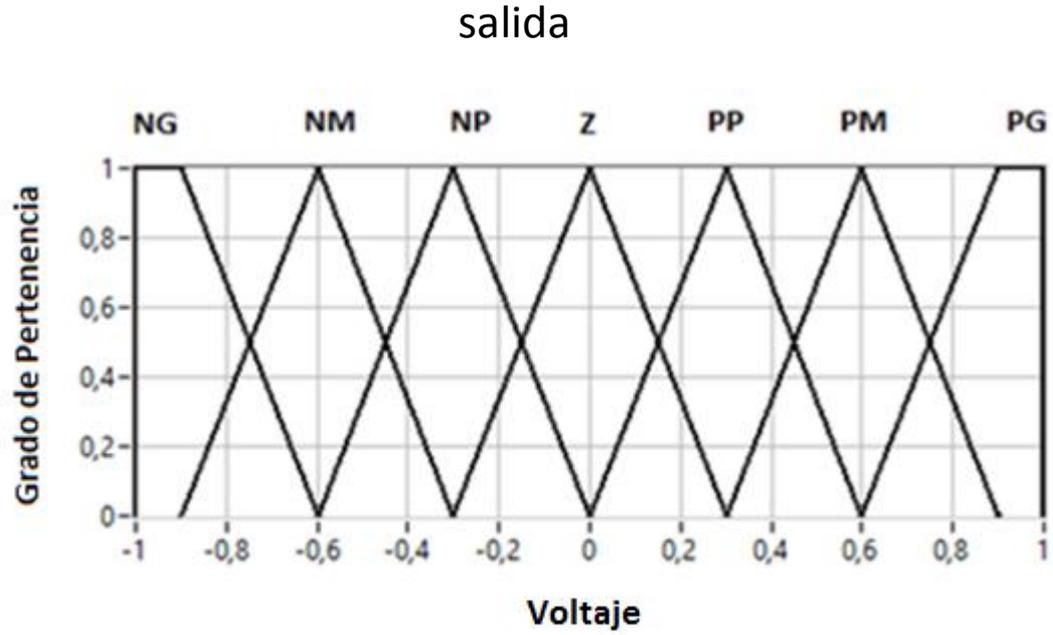


DERIVADA



DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE PRESIÓN

CONJUNTOS DIFUSOS DE SALIDA:



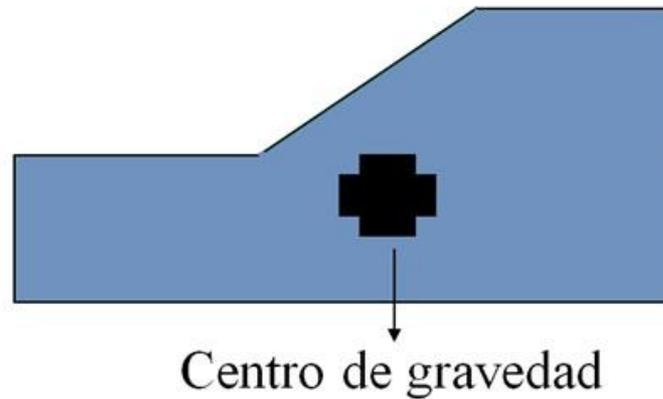
DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE PRESIÓN

REGLA DIFUSAS / FAM

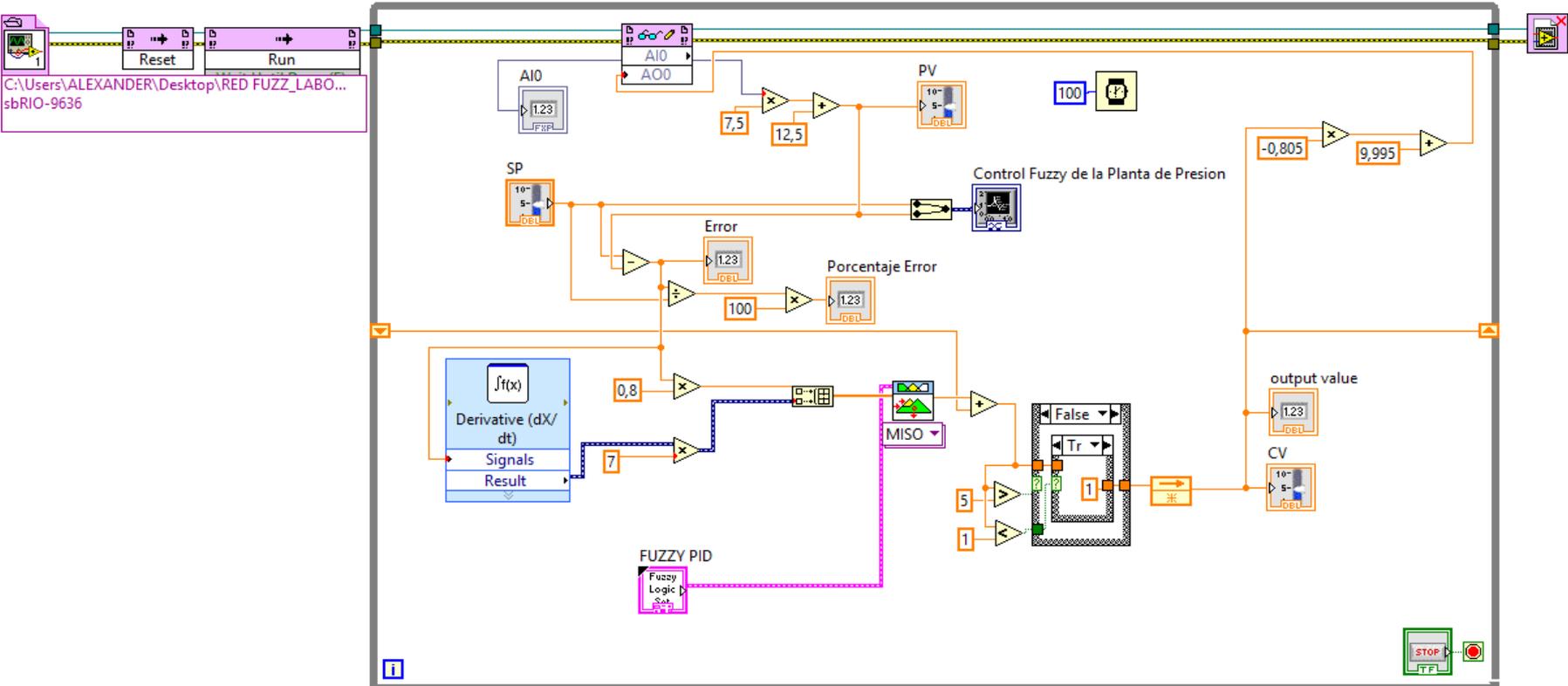
de\e	NG	NP	Z	PP	PG
NG	NG	NG	NM	NP	Z
NB	NG	NM	NP	Z	PP
Z	NM	NP	Z	PP	PM
PP	NP	Z	PP	PM	PG
PG	Z	PP	PM	PG	PG

DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL DE PRESIÓN

METODO DE DEFUZZIFICACION



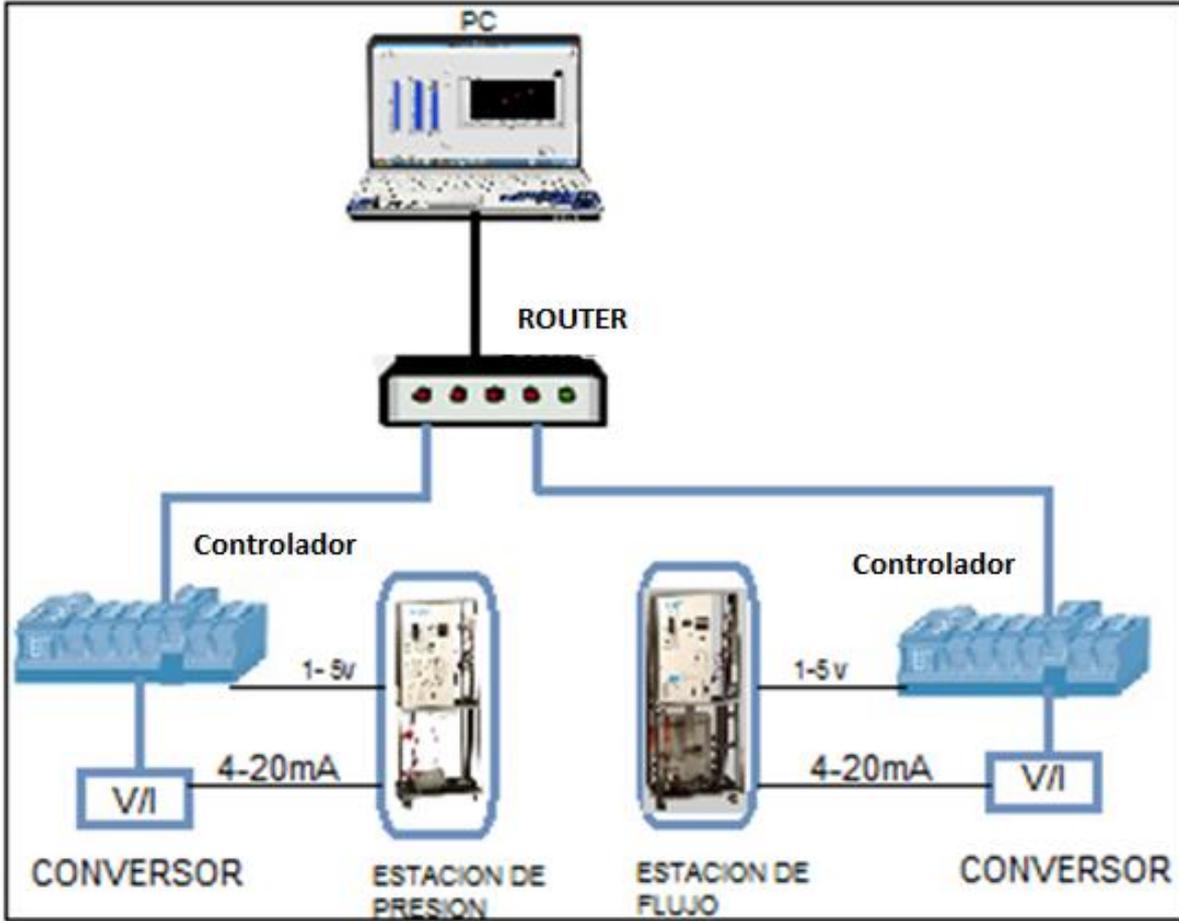
PROGRAMACION DEL ALGORITMO DIFUSO PARA LA PLANTA DE PRESION



IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ETHERNET

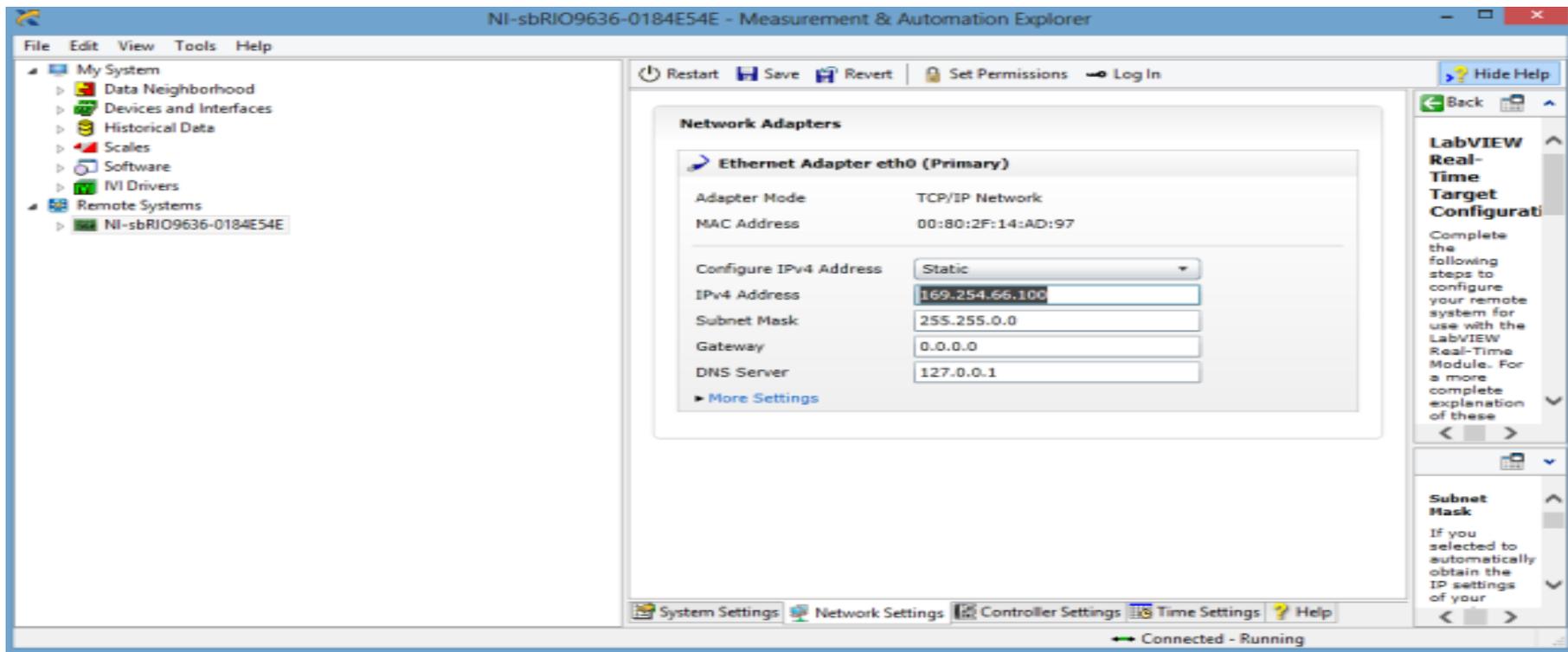
- ❖ ARQUITECTURA IMPLEMENTADA
- ❖ COMUNICACIÓN ETHERNET PC-DISPOSITIVO myRIO
- ❖ PROGRAMACIÓN

ARQUITECTURA IMPLEMENTADA



COMUNICACION ETHERNET MAESTRO-ESCLAVO

1. NI-MAX



COMUNICACION ETHERNET MAESTRO ESCLAVO

2. Uso de Shared Variable (Variables compartidas).



COMUNICACION ETHERNET MAESTRO ESCLAVO

3. Modo de accion de las shared variable.

Modo Escritura

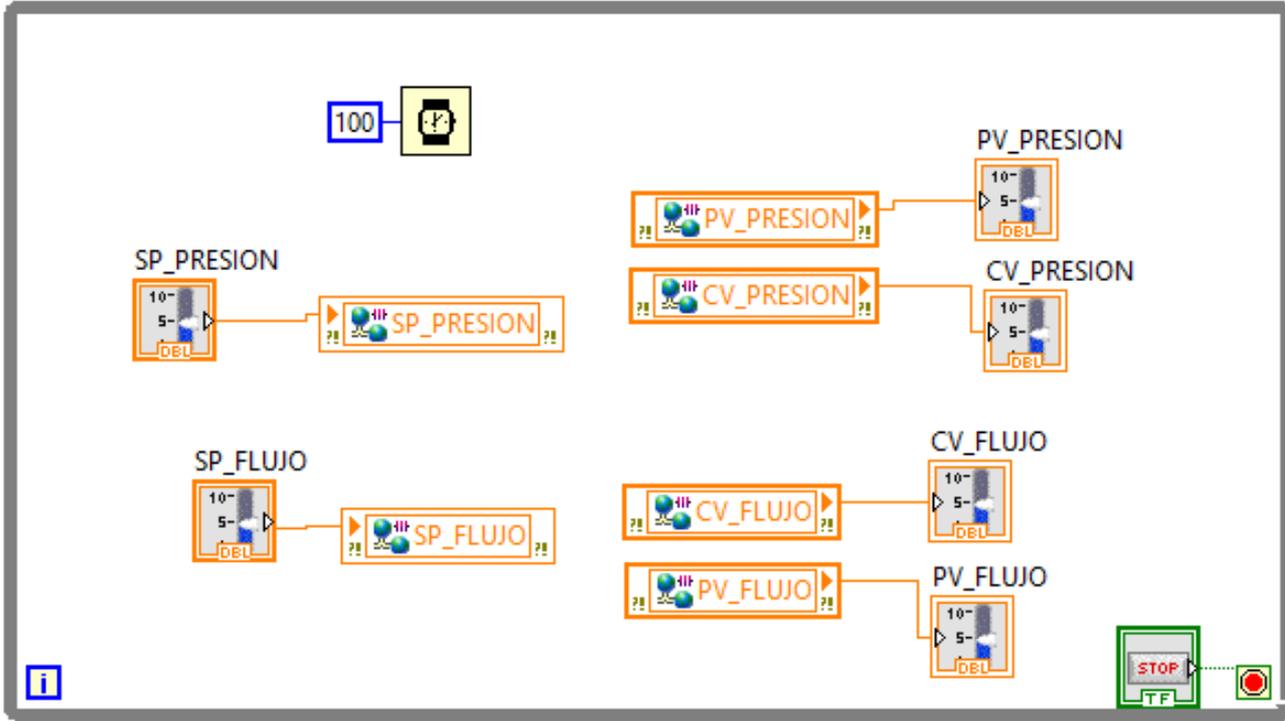


Modo Lectura



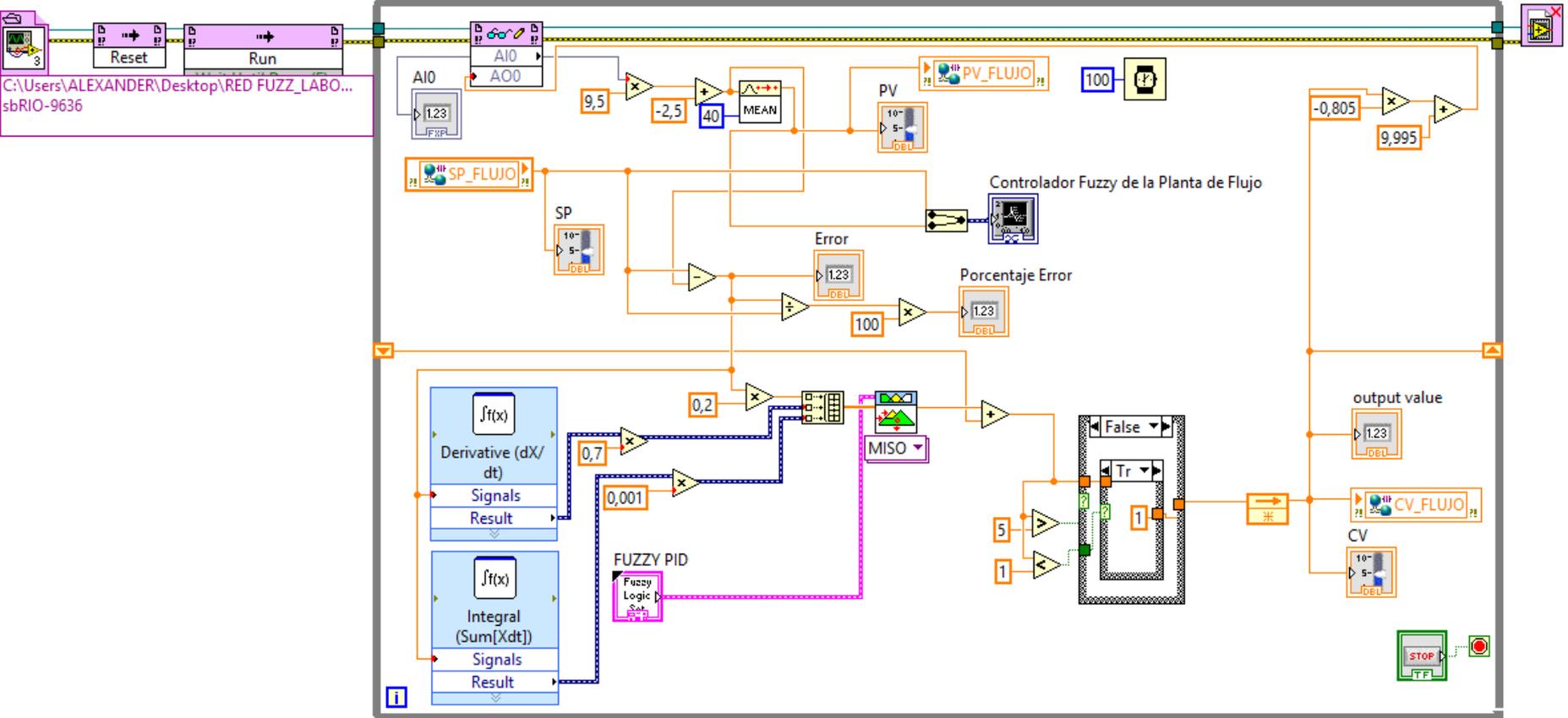
PROGRAMACIÓN

a) Maestro (PC)



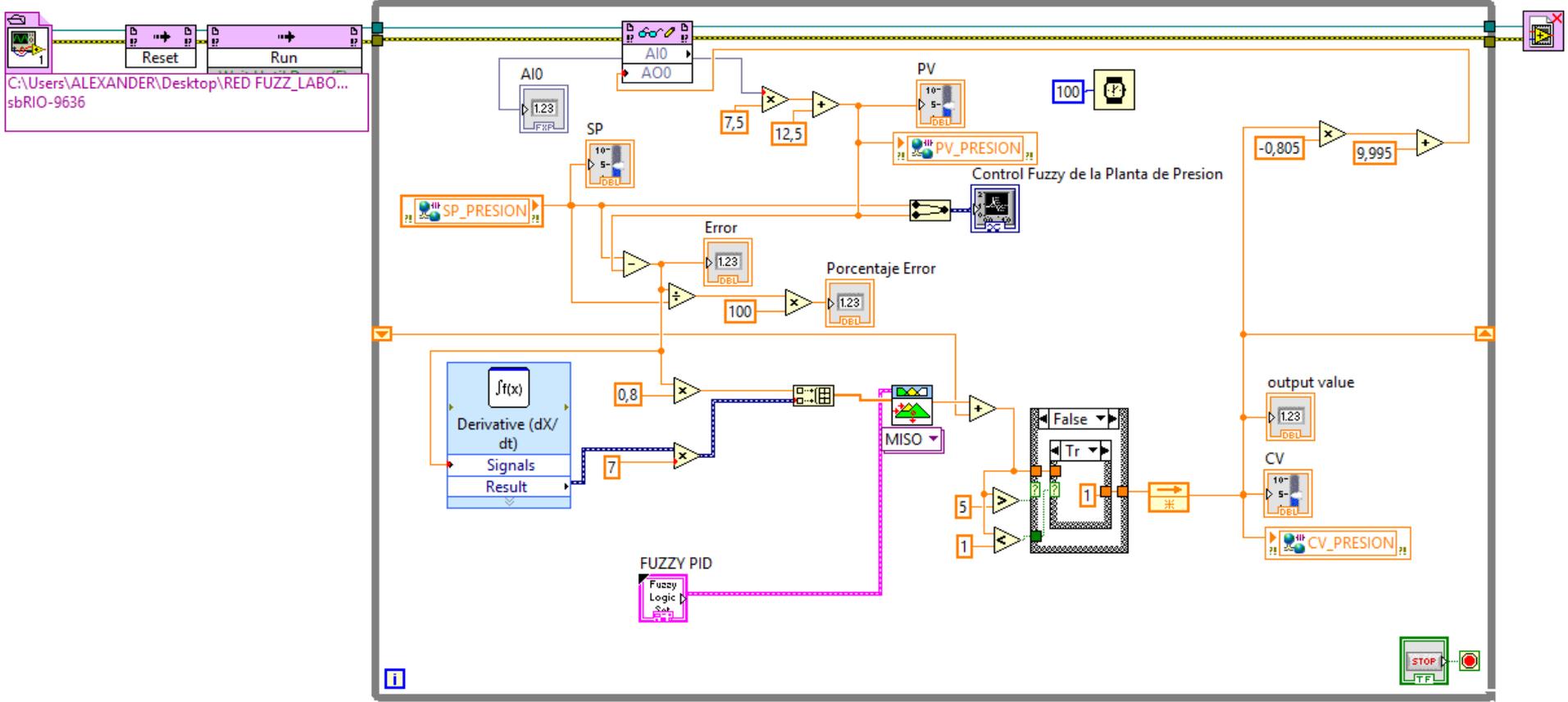
ALGORITMO DE CONTROL

b) ESCLAVO-FLUJO (RT1)



ALGORITMO DE CONTROL

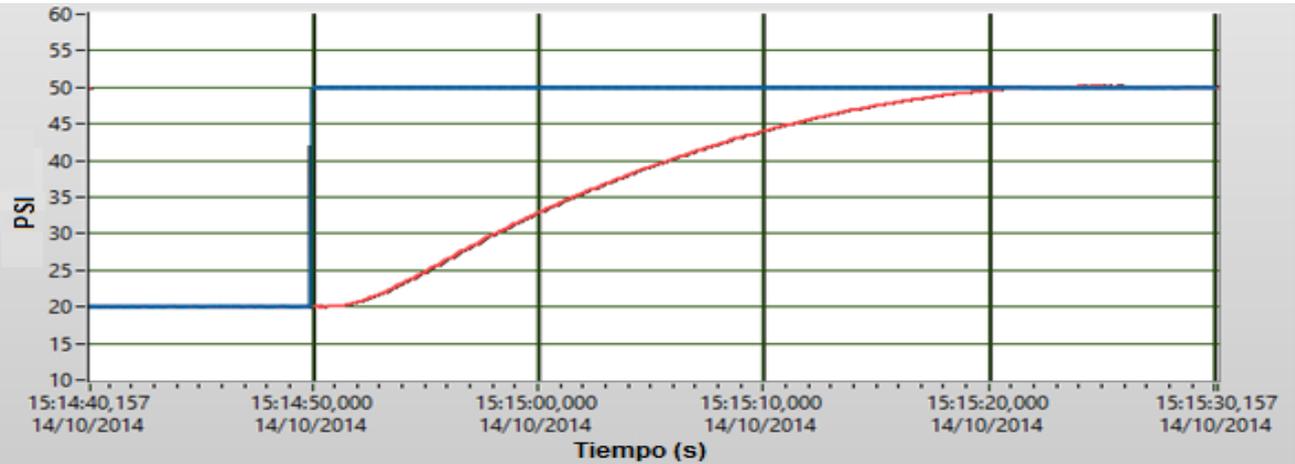
c) ESCLAVO-PRESION (RT2)



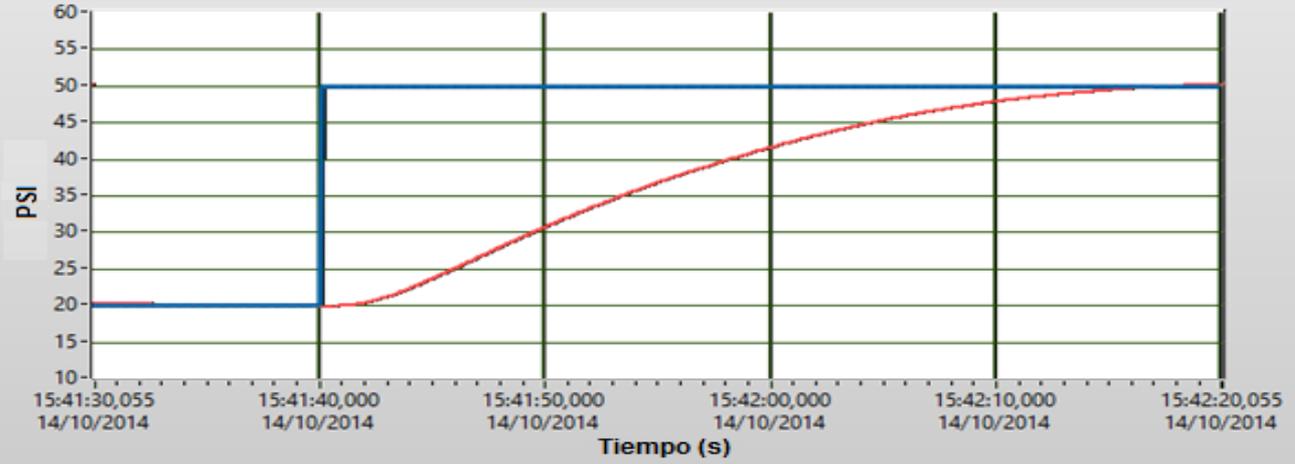
CONTROL DIFUSO VS CONTROL TRADICIONAL

- El análisis realizado permite la verificación de los controlador implementados a las dos procesos, el análisis se realiza considerando el tiempo de estabilización y el sobreimpulso del sistema.

RESULTADO DEL ALGORITMO DIFUSO VS. PID IMPLEMENTADO A LA ESTACIÓN DE PRESIÓN.

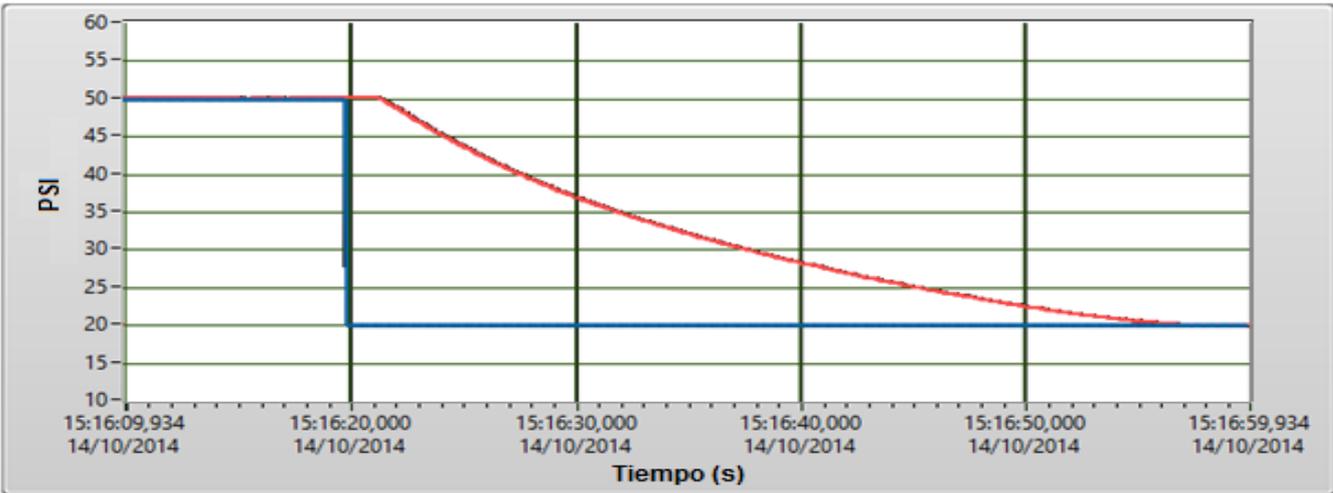


CONTROL DIFUSO

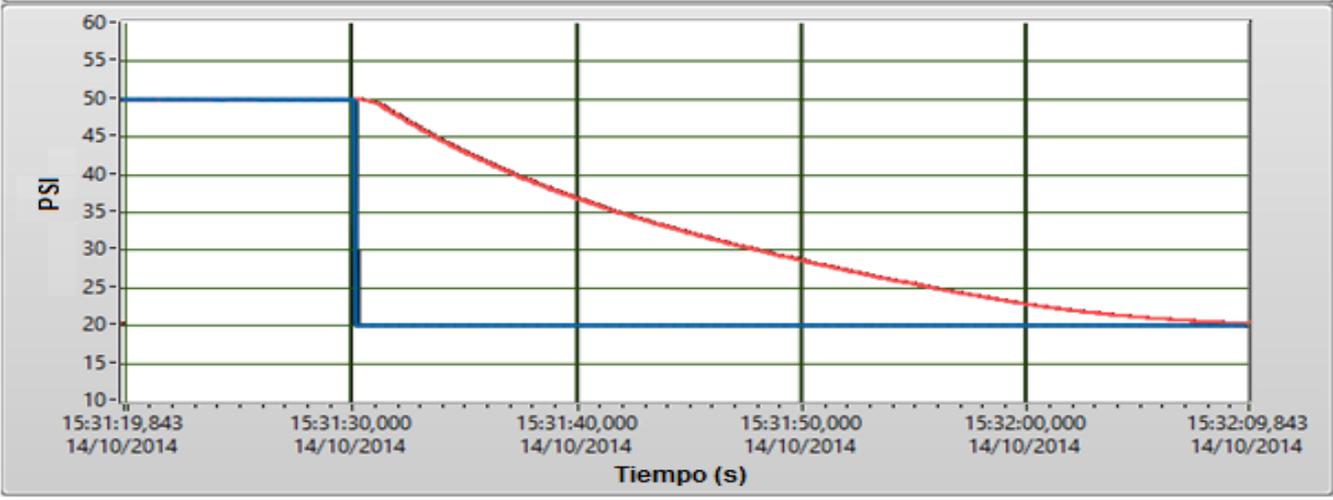


CONTROL PID

RESULTADO DEL ALGORITMO DIFUSO VS. PID IMPLEMENTADO A LA ESTACIÓN DE PRESIÓN.

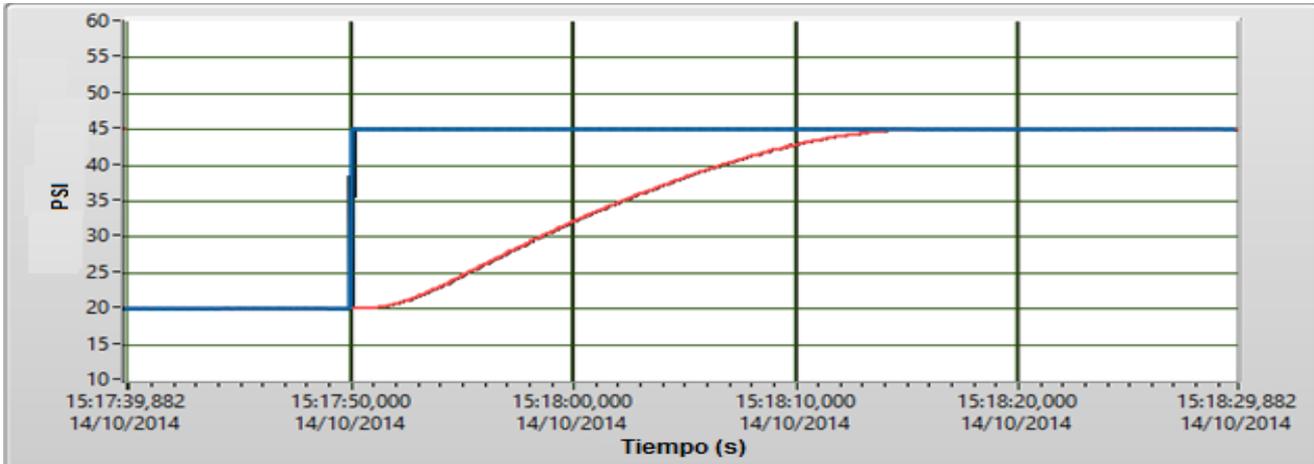


CONTROL DIFUSO

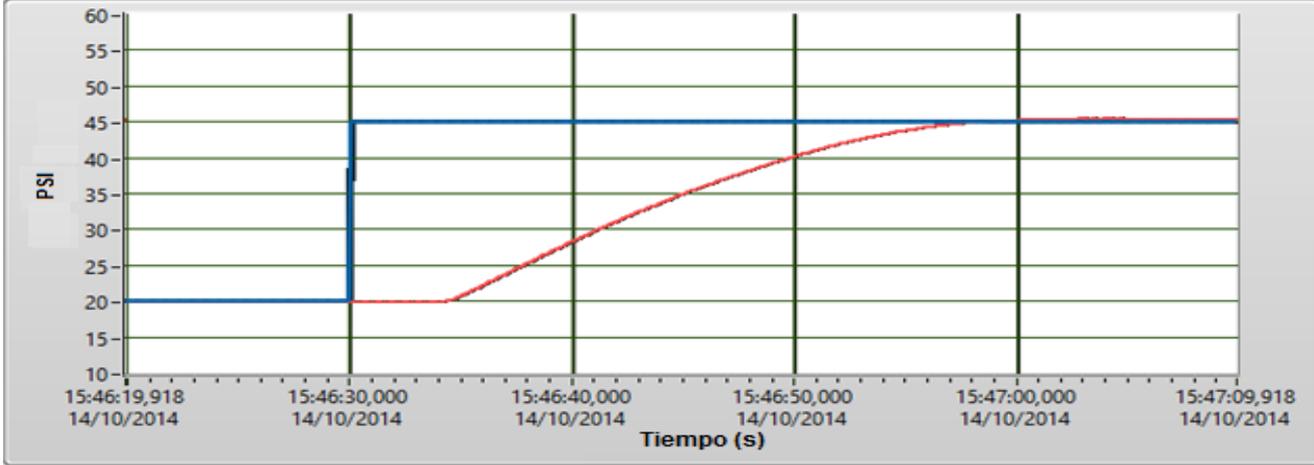


CONTROL PID

RESULTADO DEL ALGORITMO DIFUSO VS. PID IMPLEMENTADO A LA ESTACIÓN DE PRESIÓN.

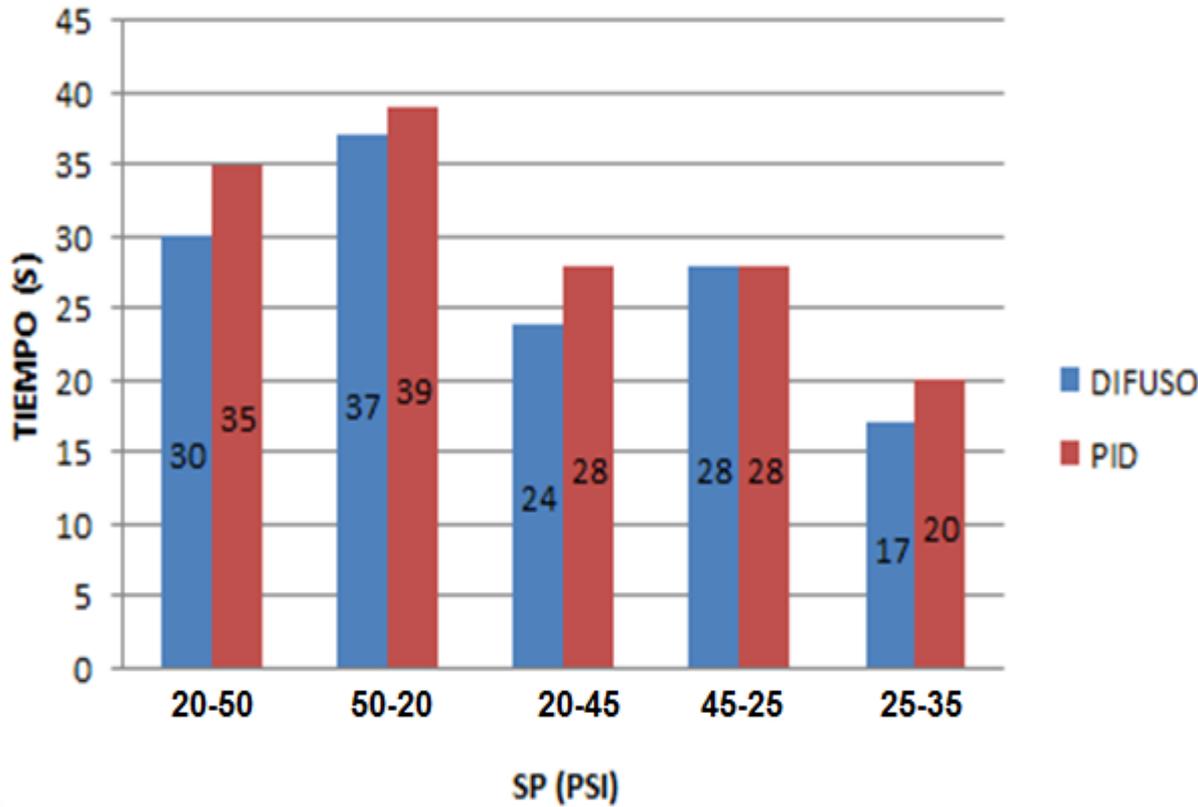


CONTROL DIFUSO



CONTROL PID

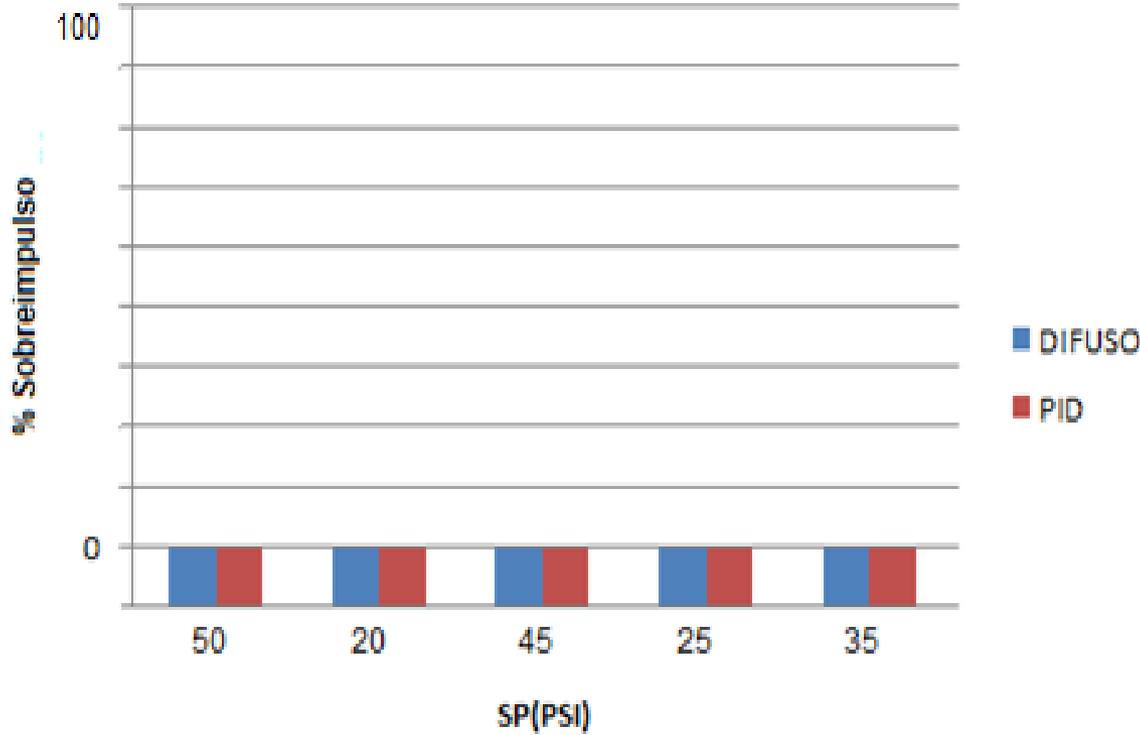
TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN



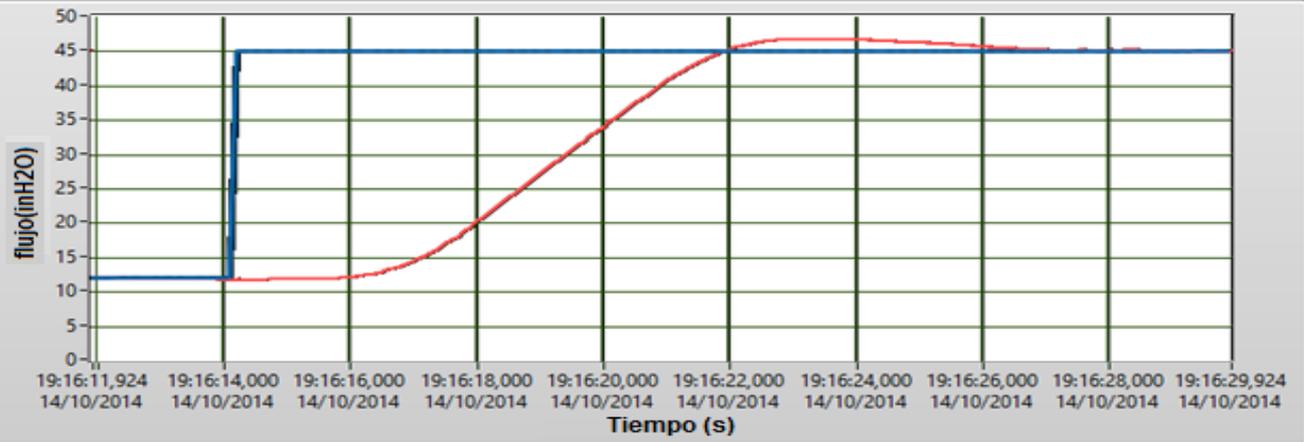
PROMEDIO DIFUSO=27,2 s

PROMEDIO PID=30 s

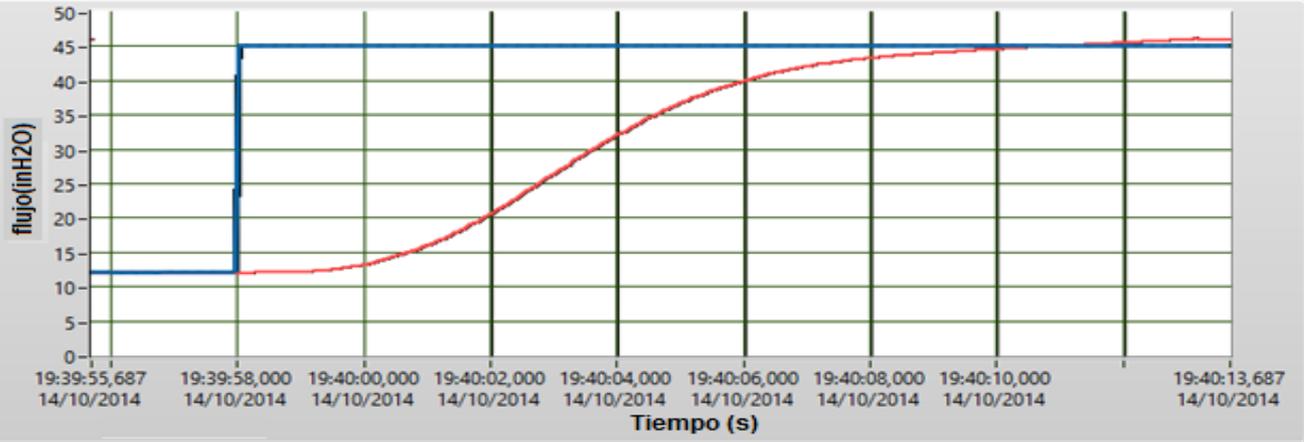
PORCENTAJE DE SOBREIMPULSO



RESULTADO DEL ALGORITMO DIFUSO VS. PID IMPLEMENTADO A LA ESTACIÓN DE FLUJO

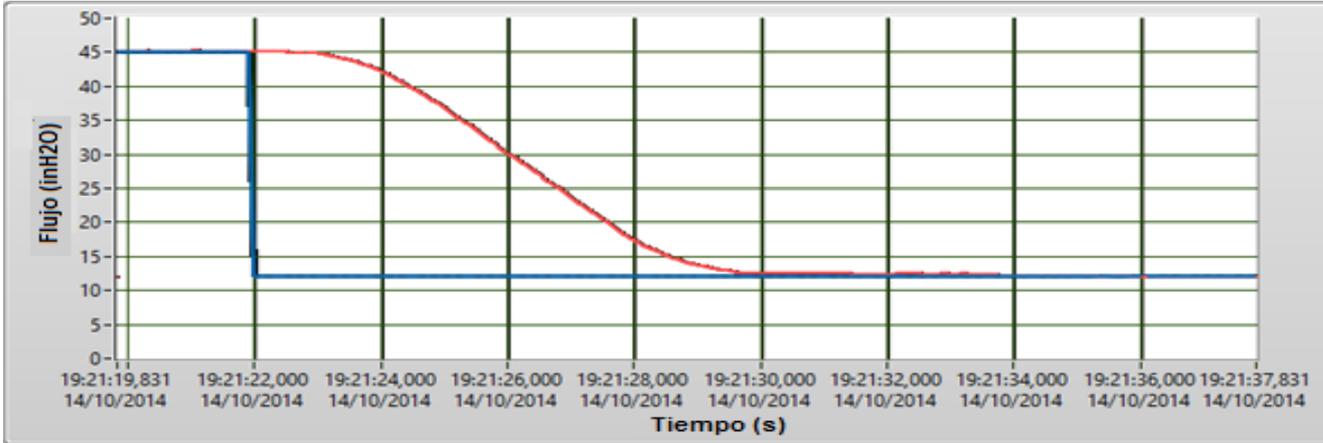


CONTROL DIFUSO

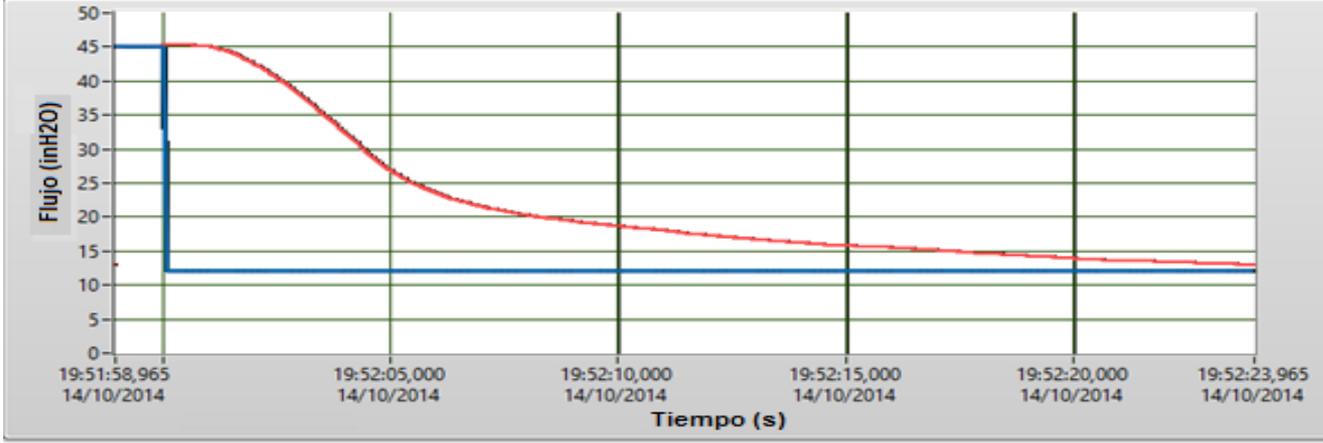


CONTROL PID

RESULTADO DEL ALGORITMO DIFUSO VS. PID IMPLEMENTADO A LA ESTACIÓN DE FLUJO

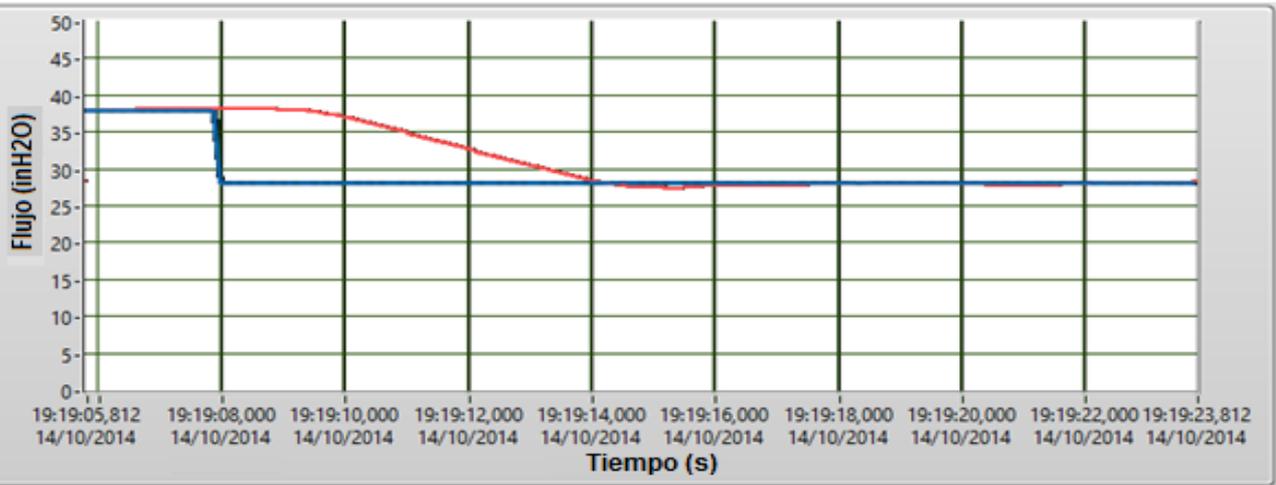


CONTROL DIFUSO

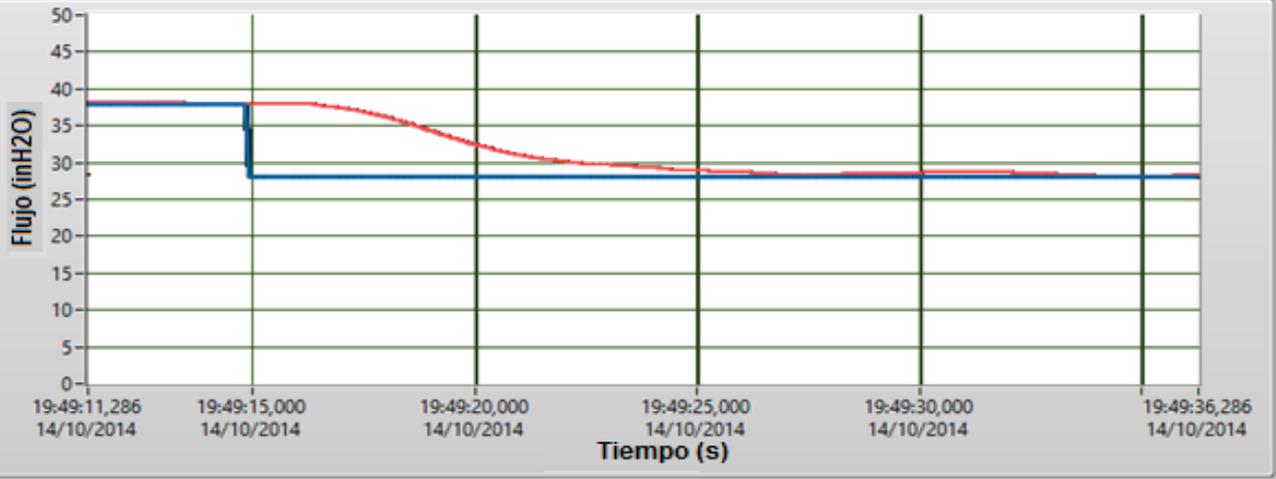


CONTROL PID

RESULTADO DEL ALGORITMO DIFUSO VS. PID IMPLEMENTADO A LA ESTACIÓN DE FLUJO

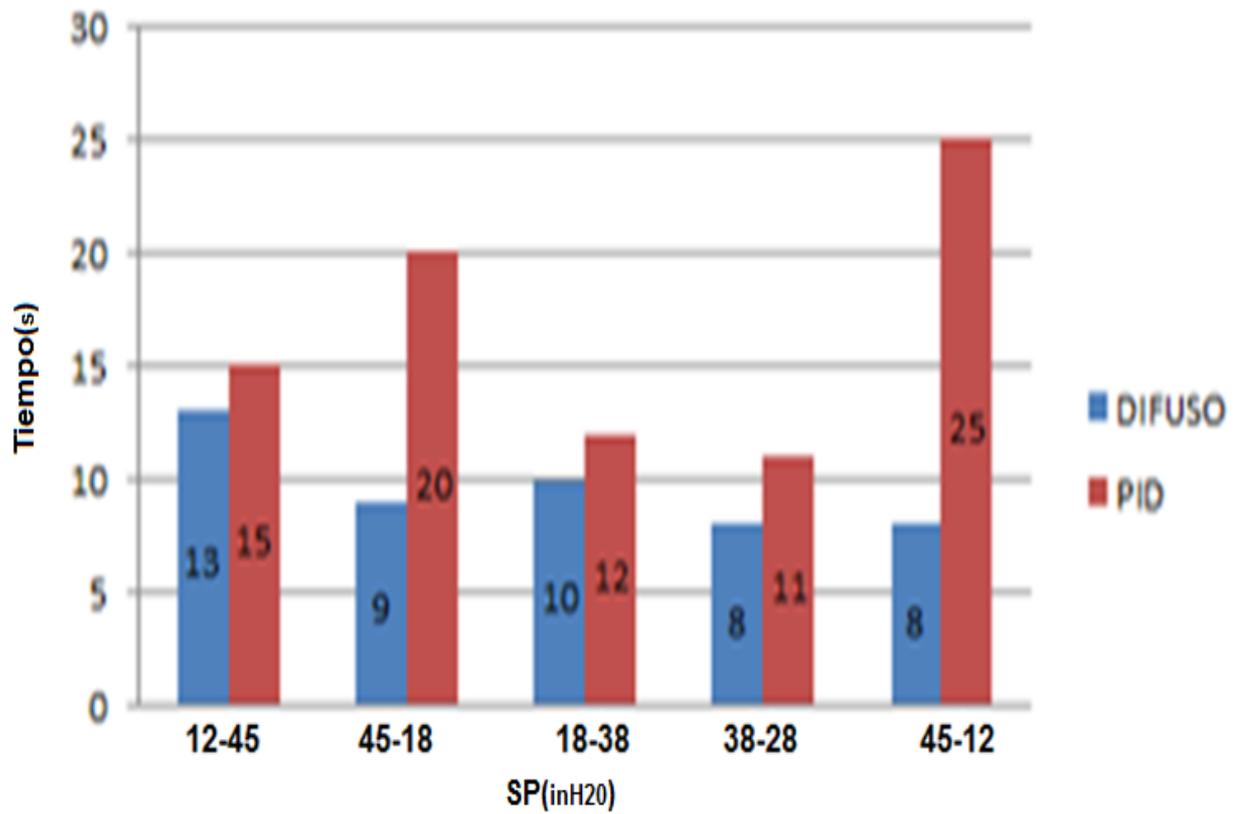


CONTROL DIFUSO



CONTROL PID

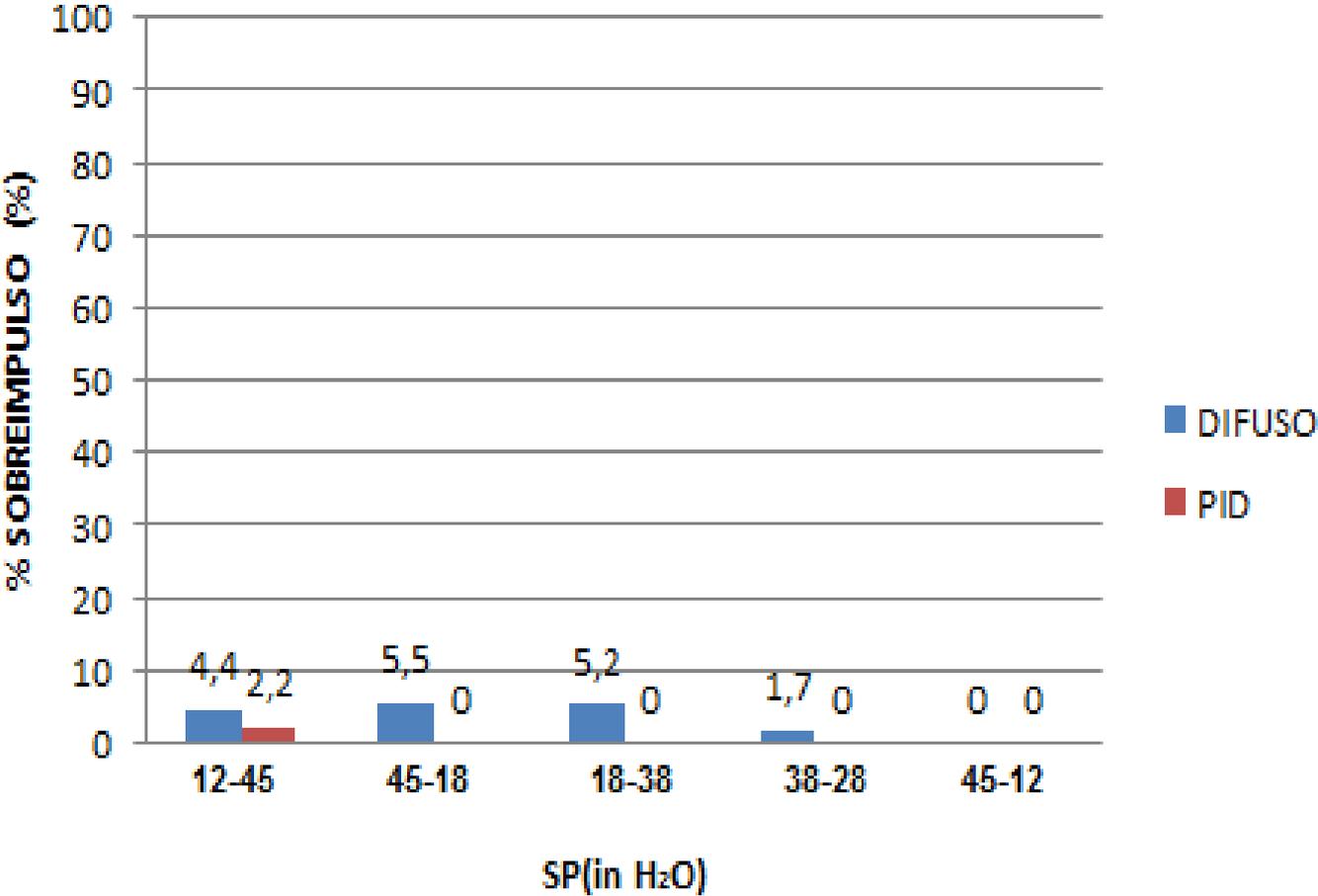
TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN



PROMEDIO DIFUSO=9,6 s

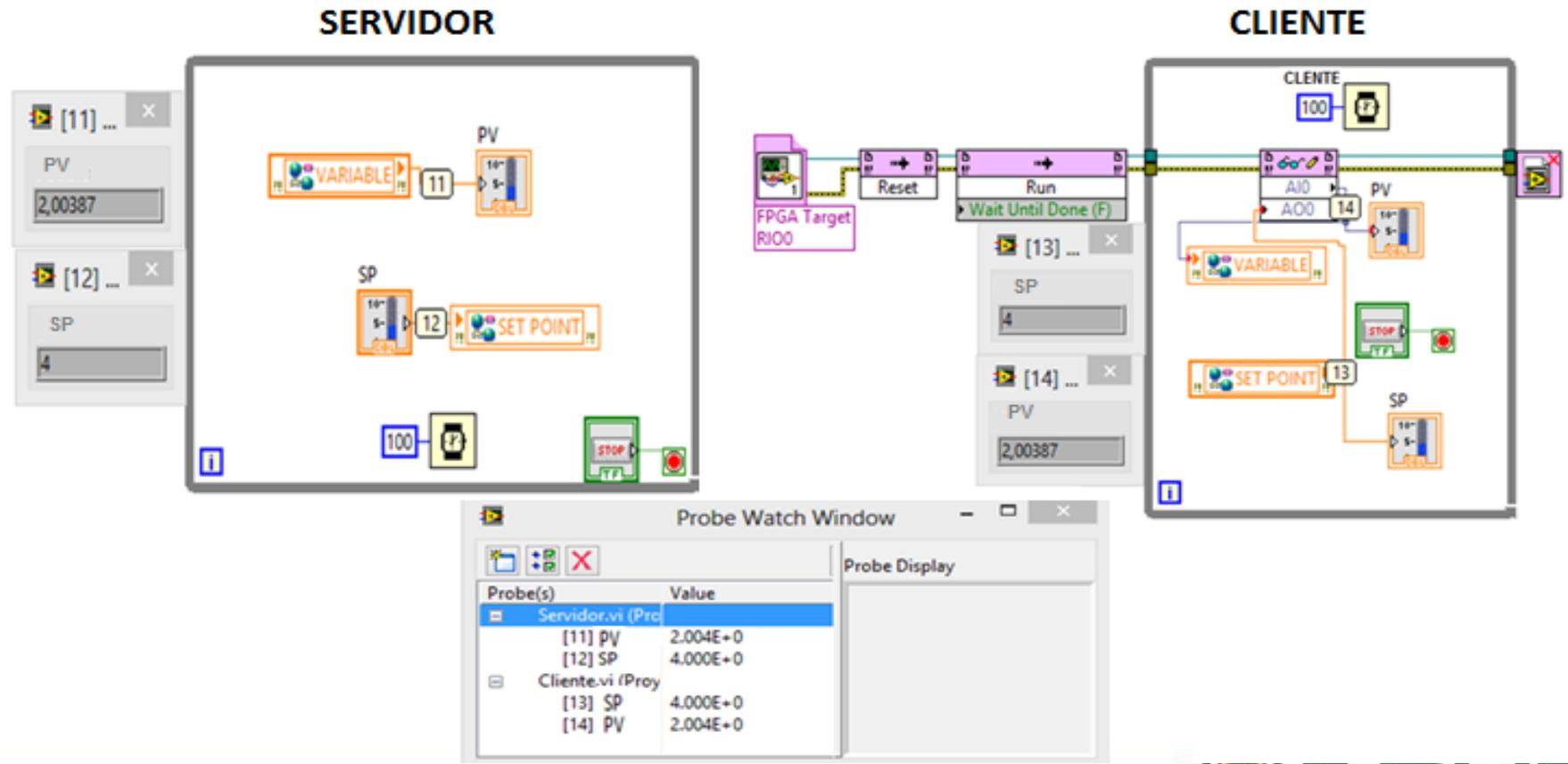
PROMEDIO PID=17 s

PORCENTAJE DE SOBREPULSO



RED ETHERNET

- Envío y recepción de los datos



CONCLUSIONES

- Es posible el diseño e implementación del controlador Difuso, mediante un dispositivo de control avanzado como la my RIO, para el control de las estaciones de Presión Y Flujo integrados por una red Ethernet.
- El dispositivo my RIO se puede comunicar con otro dispositivo y equipos industriales, obteniendo una comunicación eficiente, y un control rápida y en tiempo real de los procesos (planta de flujo y presión).
- Incluso al implementar un Controlador Difuso PD a un proceso es posible eliminar el error en estado estable, algo que sería imposible obtener con un Control PID.
- La gran ventaja que se consigue de un Control Difuso en comparación al Control PID tradicional, es el tiempo de respuesta.

RECOMENDACIONES

- Utilizar funciones de membresía tipo triangular y trapezoidal en controles de lógica difusa, ya que sus cálculos matemáticos son sencillos y a su vez su respuesta de control es rápida.
- utilizar la FAM (matriz de reglas difusas), para definir las reglas que tendrá el controlador difuso de las variables de entrada y salida.
- Implementar el control Difuso para procesos que requieran de un tiempo de estabilización rápida.
- Implementar el control difuso para procesos en los cuales haya alta presencia de ruido.

GRACIAS POR

SU

ATENCIÓN!!!

