



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO EL PROTOCOLO INALÁMBRICO WIRELESS Y EVALUACIÓN DE CONTROLES AVANZADOS EN LOS PROCESOS DE VELOCIDAD Y FLUJO EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”

Realizado por:

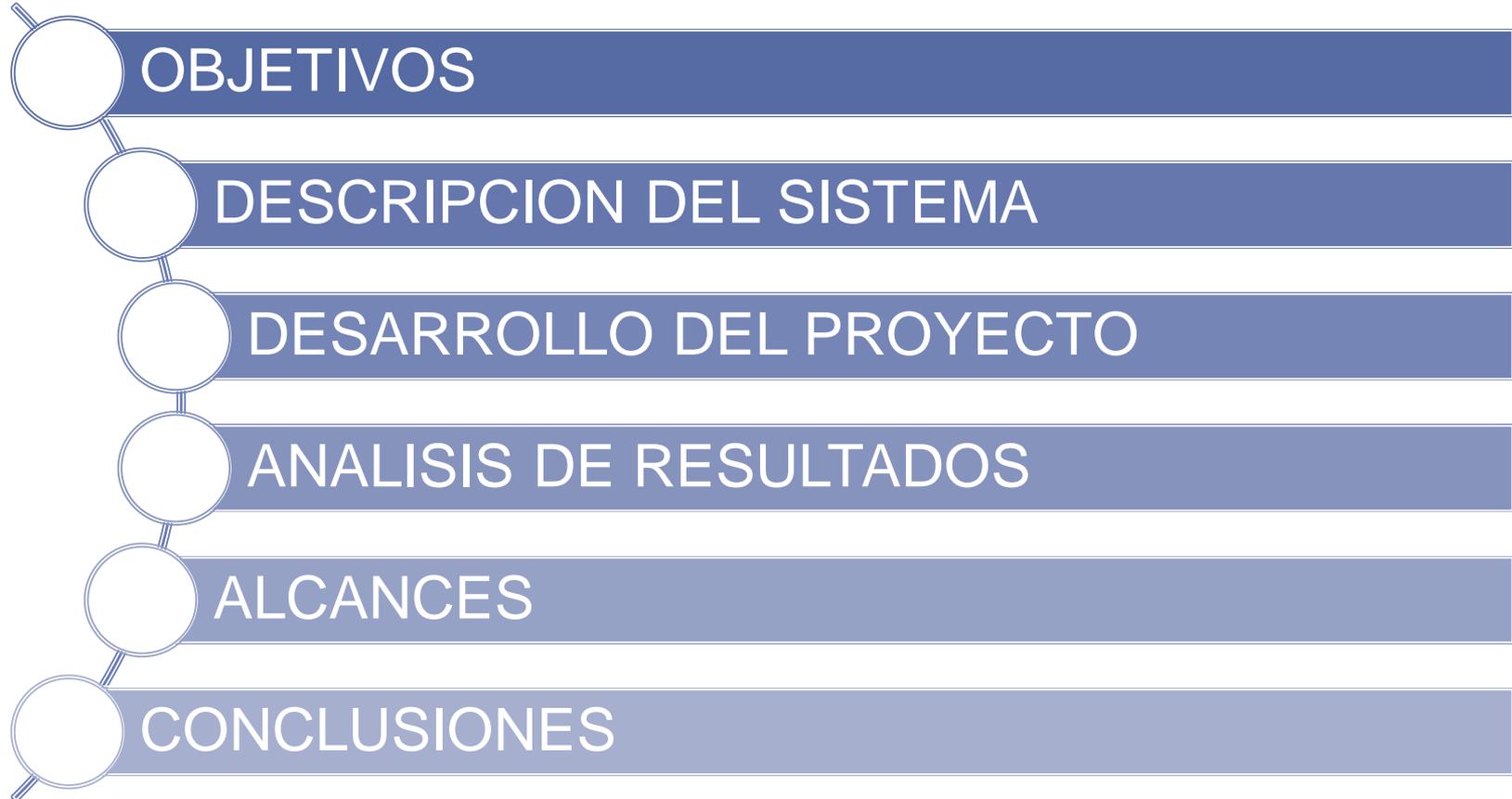
Diego Bautista B.
Jairo Cortez G.

Revisado por:

Director: Ing. Edwin Pruna P.



AGENDA



OBJETIVOS



Objetivo General:

Diseñar e implementar un sistema SCADA utilizando el protocolo inalámbrico Wireless y evaluar los controles avanzados en los procesos de velocidad y flujo en el laboratorio de redes industriales y control de procesos de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE extensión Latacunga.

Objetivos Específicos:

Analizar las diferentes configuraciones y utilización de los dispositivos con tecnología Wireless además de las características de los controles avanzados

Configurar el Gateway y los nodos para que compartan información.

Implementar una red inalámbrica de los procesos caudal, nivel, presión y temperatura utilizando el protocolo Wireless

Desarrollar el HMI's para los procesos caudal, nivel, presión y temperatura

Objetivos Específicos:

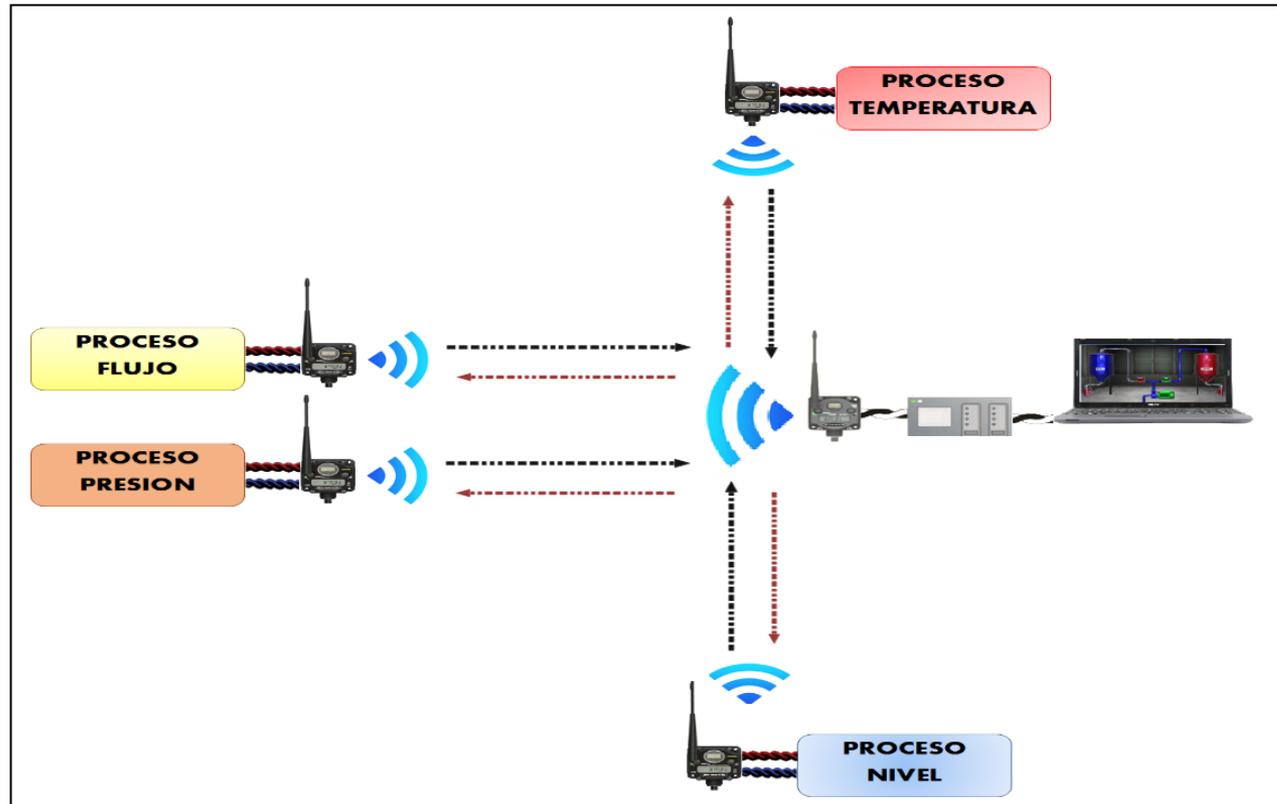
Realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento de los HMI.

Comparar la comunicación alámbrica respecto a la comunicación inalámbrica implementada.

Implementar mediante una tarjeta de adquisición de datos en conjunto con el computador los controles Difuso y Predictivo.

Evaluar el desempeño y funcionalidad de los controles avanzados en los procesos de flujo y velocidad.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SCADA



SISTEMA SCADA



EQUIPOS INALÁMBRICO BANNER

- ✓ **Requerimientos:**

+10 to 30V dc

- ✓ **Protocolo**

Inalambrico y Modbus RTU

- ✓ **Rango**

2.4 GHz: 3.2 kilometros

Banda sin licencia Industrial,
Ciencia y Medicina.

- ✓ **Link Timeout**

Gateway: Configurable

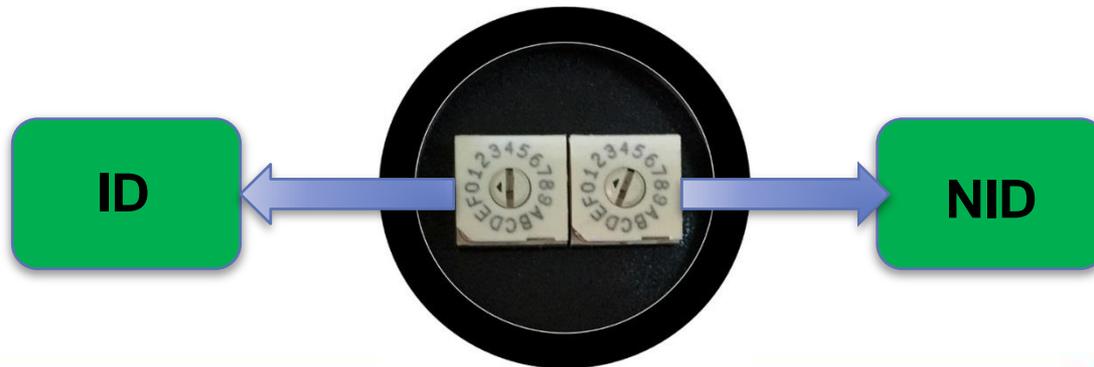
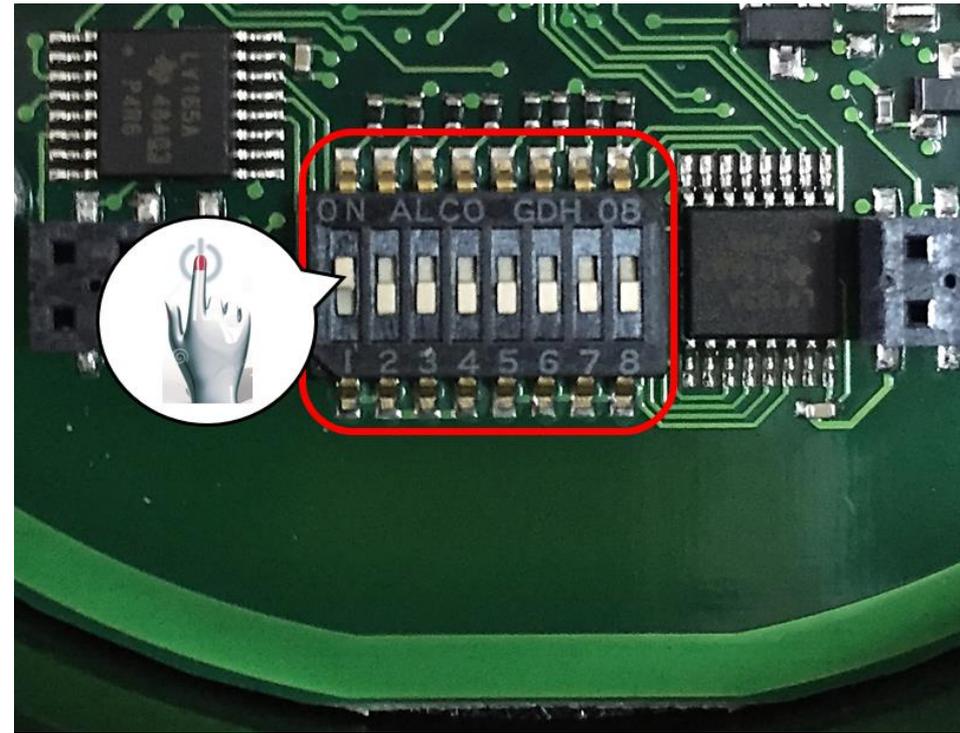
Node: Definido por el Gateway

- ✓ **Condiciones:**

Grados IP 67

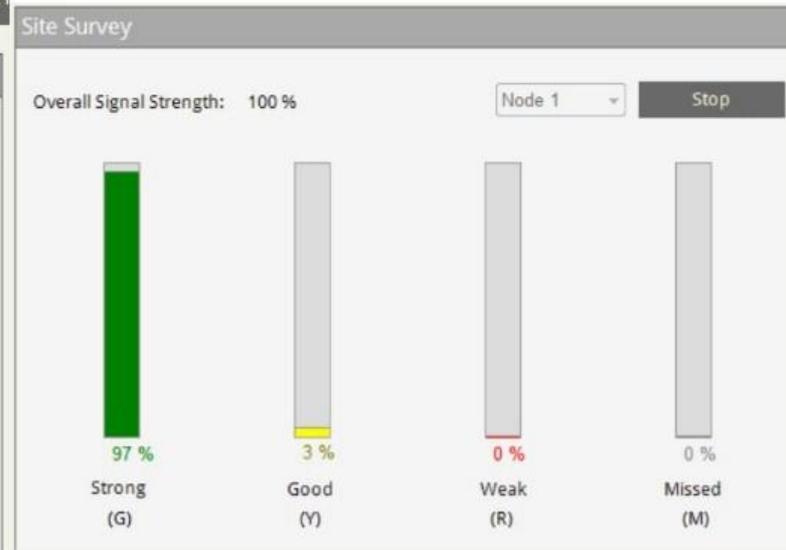


CONFIGURACIÓN DE LA RED INALÁMBRICA



VERIFICACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

The screenshot shows the 'DX80 User Configuration Tool' interface. The top navigation bar includes 'register view', 'device parameters', 'device information', 'device restore', 'site survey', 'load/save', and 'network'. The 'site survey' tab is active. On the left, a sidebar contains 'device config', 'i/o mapping', 'system parameters', 'master mode', 'settings', and 'help'. The main area displays the 'Site Survey' window with 'Overall Signal Strength: ---'. A dropdown menu is open, listing 'Node 1' through 'Node 23'. Below the menu, there are two vertical bars representing signal strength for 'Strong (G)' and 'Good (Y)'. The 'Strong (G)' bar is filled with green, and the 'Good (Y)' bar is filled with yellow. A 'Start' button is visible to the right of the menu.



✓ Señal intensa representa un 96% y intensidad de buena un 4%

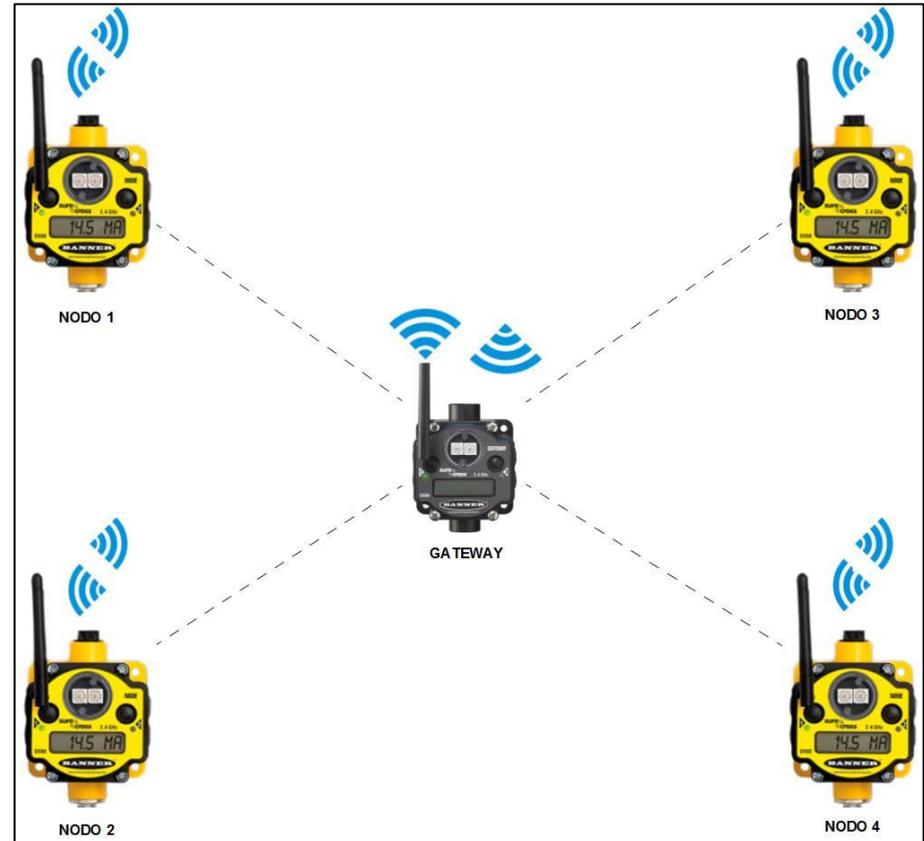
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

✓ Tipo de comunicación

Wireless
Sistema determinista

✓ Topología :

Estrella



PROGRAMACIÓN DEL PLC KOYO DL-06

Setup Communication Ports

Port: **Port 2** Close

Protocol: Base Timeout:  

K-Sequence 800 ms

DirectNET 800 ms

MODBUS 500 ms Help

Non-Seq(ASCII) 3 Characters

Remote I/O

Time-out: Base Timeout x 1

RTS on delay time: 0 ms

RTS off delay time: 0 ms

Station Number: 1

Baud rate: 19200

Stop bits: 1

Parity: None

Echo Suppression

RS-422/485 (4-wire)

RS-232C (2-wire)

RS-485 (2-wire)

Port 2: 15 Pin

Setup PID

Loop 1 | **Loop 2** | Loop 3 | Loop 4

Configure | SP/PV | Output | Tuning | **Alarms**

Monitor Limit Alarms

High-High: 0

High: 0

Low: 0

Low-Low: 0

Enable PV Deviation Alarms

Red: 0

Yellow: 0

Alarm hysteresis

Value: 1

Monitor Rate of Change: 0

Close

Setup...

Copy...

Help

3   MWX

CPU/DCM Slot : CPU

Port Number : K2

Slave Address : K1

Function Code : 16 - Preset Multiple Registers

Start Slave Memory Address : K40025

Start Master Memory Address : V7005

Number of Elements : K1

Mdbus Data type : 584/984 Mode

Exception Response Buffer : V400

4   MRX

CPU/DCM Slot : CPU

Port Number : K2

Slave Address : K1

Function Code : 03 - Read Holding Registers

Start Slave Memory Address : K40017

Start Master Memory Address : V7003

Number of Elements : K1

Mdbus Data type : 584/984 Mode

Exception Response Buffer : V404

INTERFAZ HUMANO MÁQUINA (HMI)



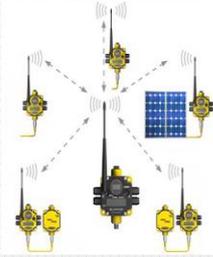
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA
E INSTRUMENTACIÓN**

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO EL PROTOCOLO INALÁMBRICO WIRELESS EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA"



AUTORES
DIEGO BAUTISTA B.
JAIRO CORTEZ G.

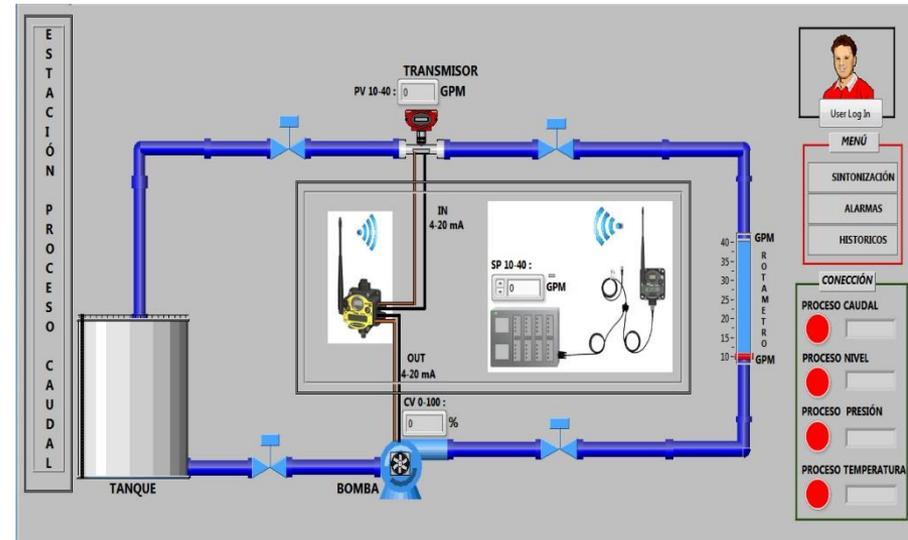
DIRECTOR
EDWIN PRUNA P.

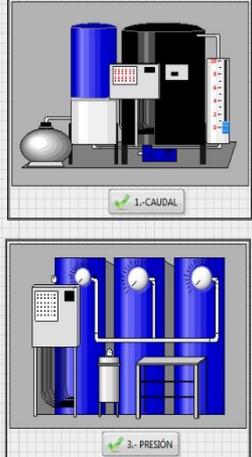
LATACUNGA - ECUADOR
2015

HMI ESTACIÓN DE PROCESO

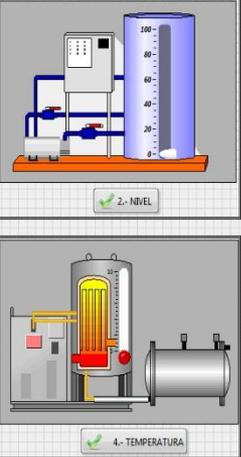
STOP

START





HMI ESTACIÓN DE PROCESOS





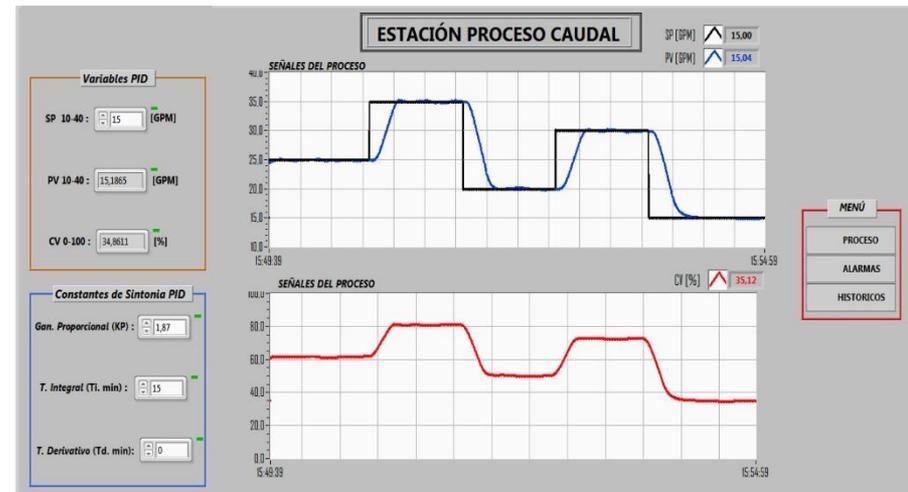
1.- CAUDAL

2.- NIVEL

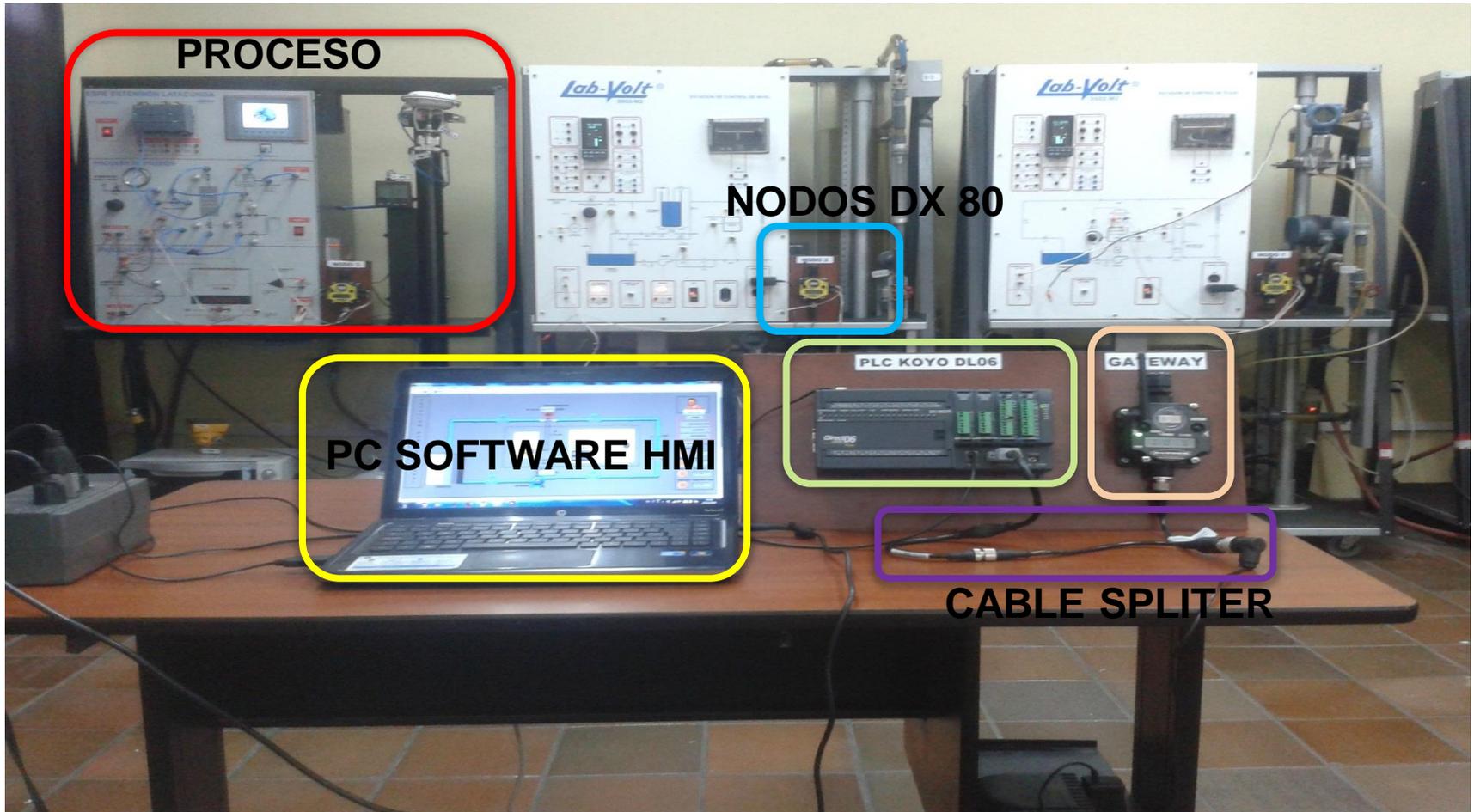
3.- PRESIÓN

4.- TEMPERATURA

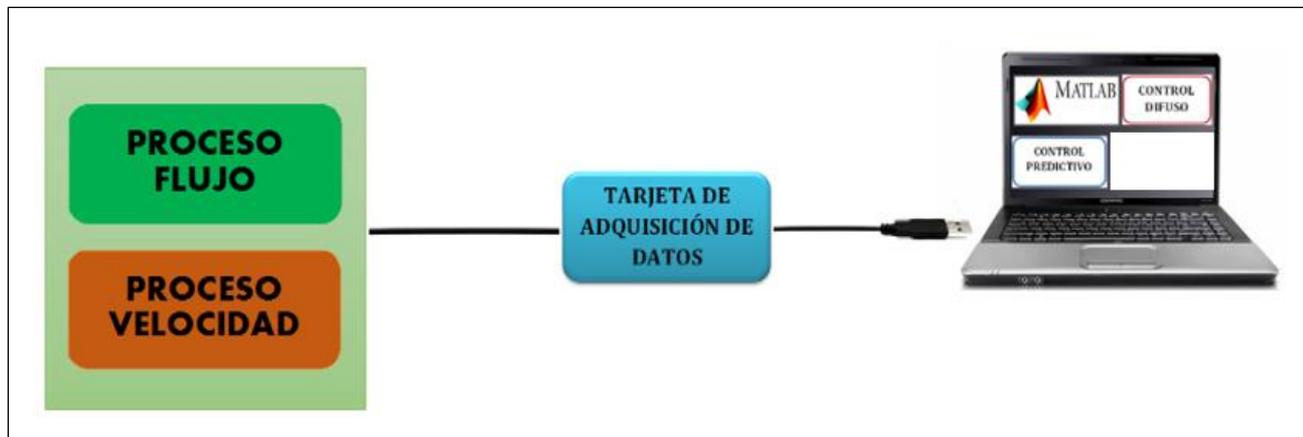
MENÚ PRINCIPAL



SISTEMA SCADA IMPLEMENTADO

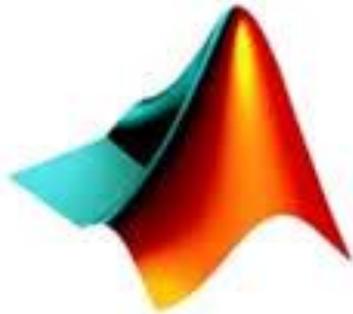


DESCRIPCIÓN DE LOS CONTROLES AVANZADOS



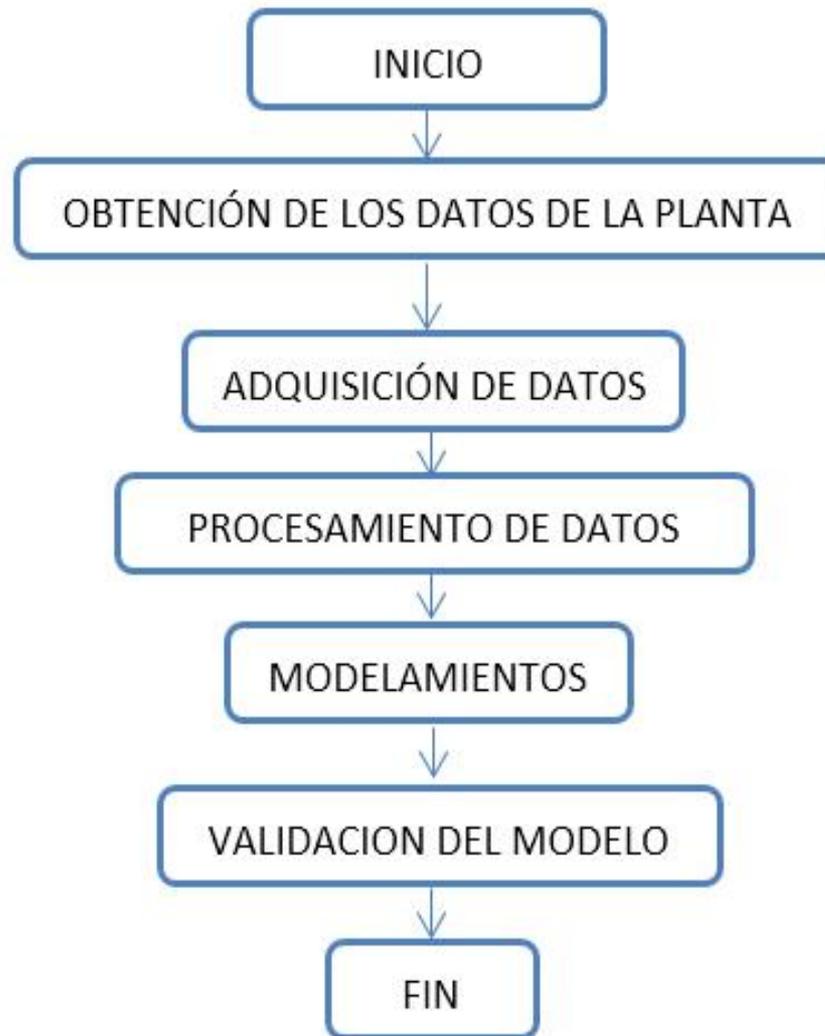
SOFTWARE MATLAB

- ✓ Función de transferencia.
- ✓ Graficas de porcentaje de similitud de los datos obtenidos con la función de transferencia.
- ✓ Simulación de los Controles.

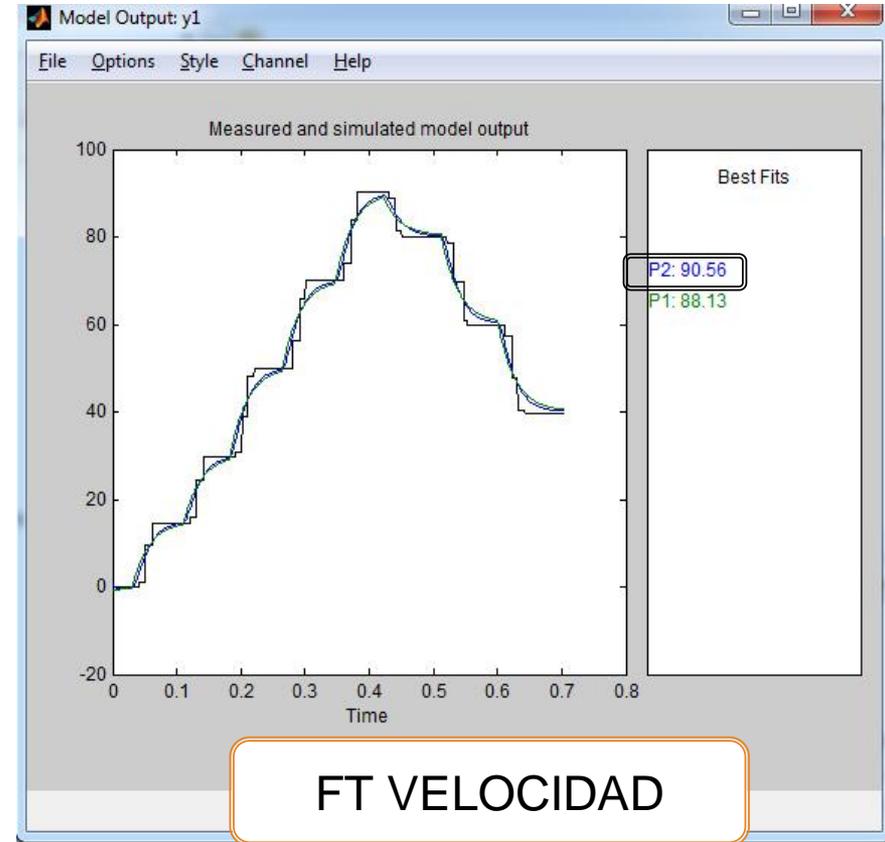
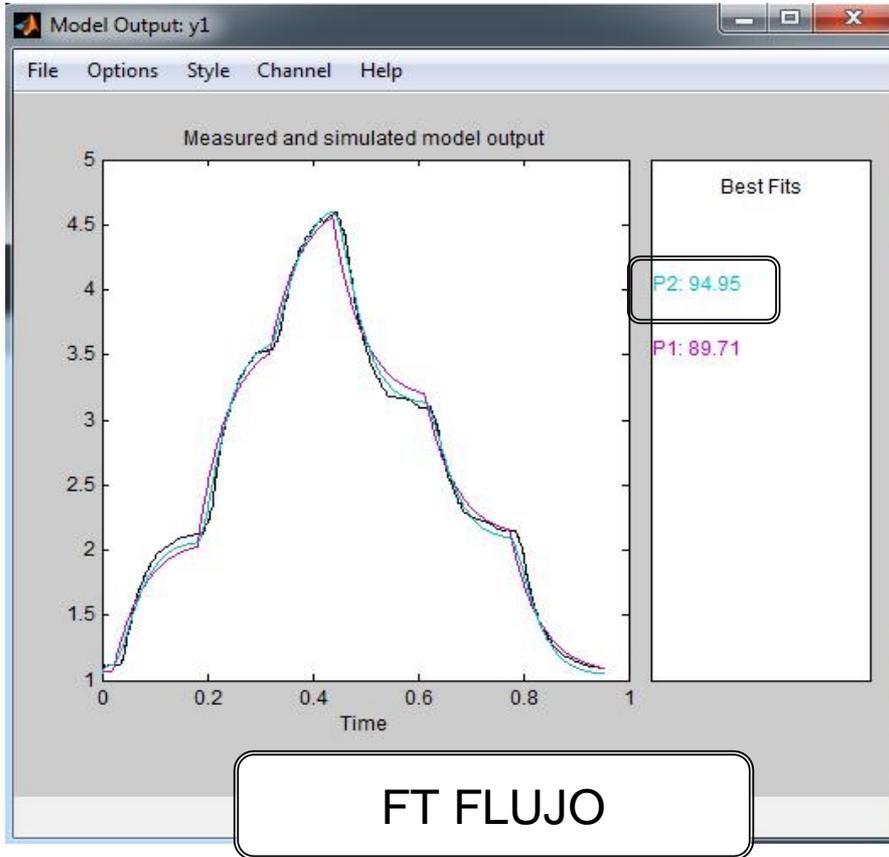


MATLAB®

METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA

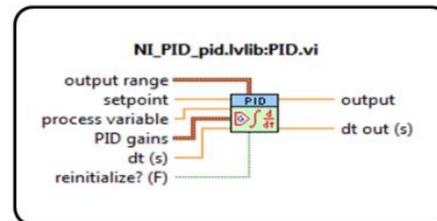
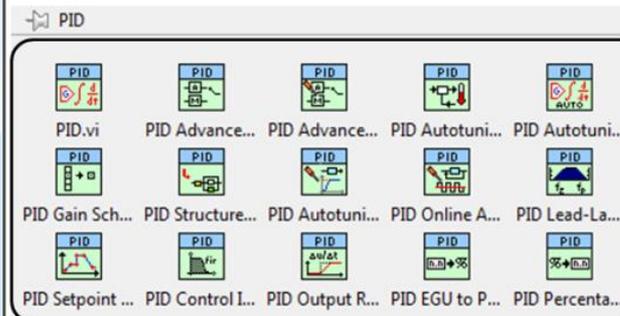
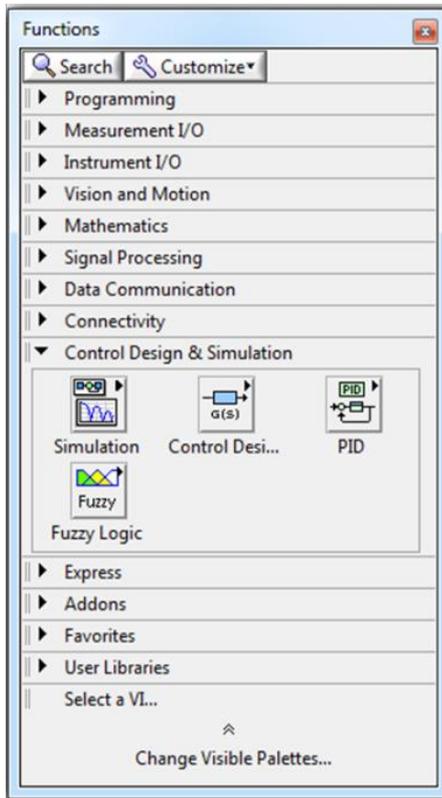


OBTENCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO



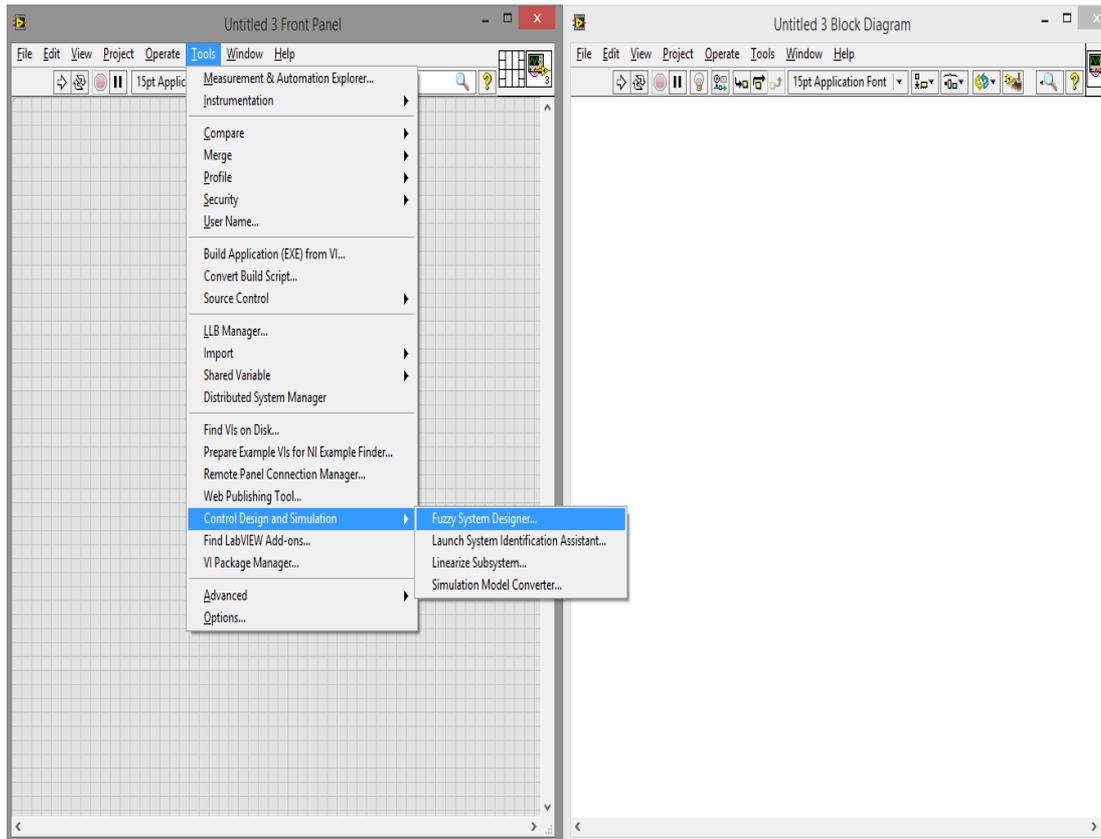
CONTROL PID

- ✓ Toolkit “Control Design & Simulation” bloque PID.



CONTROL FUZZY

- ✓ Conjuntos difusos con sus respectivas reglas
- ✓ Toolkit “Fuzzy System Designer” “Tools”, Asiste del controlador.



- ✓ En el asistente del controlador Difuso, permite ingresar las entradas y salidas de la estrategia de control, así como los conjuntos y reglas difusas

CONTROL_ CAUDAL ERROR_ CAUDAL	CER_ CAU	POC_ O_ CAU	POC_ ALT_ CAU	MEDIA_ CAU	INTERME_ DIO_ CAU	BAST_ ANTE_ CAU	TOD_ O_ CAU
NEG_MAS_CAU	X						
NEG_MENOS_CAU		X					
NEG_CERO_CAU			X				
CERO_CAU				X			
POS_CERO_CAU					X		
POS_MENOS_CAU						X	
POS_MAS_CAU							X



Reglas difusas del controlador (FLUJO)

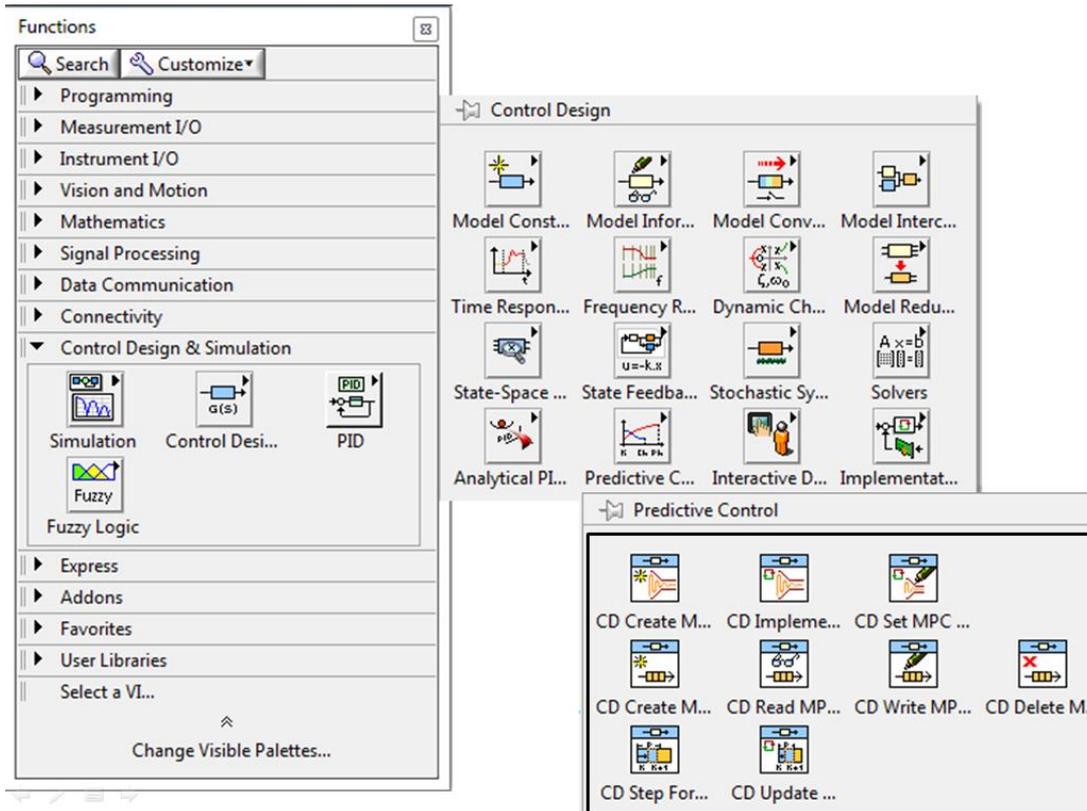
CONTROL_ VELOCIDAD ERROR_ VELOCIDAD	CER_ VEL	POC_ O_ VEL	POC_ ALTO_ VEL	MED_ VEL	INTE_ RME_ VEL	BSTAN_ VEL	TOD_ VEL
NEG_MAS_VEL	X						
NEG_MENOS_VEL		X					
NEG_CERO_VEL			X				
CERO_VEL				X			
POS_CERO_VEL					X		
POS_MENOS_VEL						X	
POS_MAS_VEL							X



Reglas difusas del controlador (VELOCIDAD)

CONTROL PREDICTIVO

- ✓ Para utilizar los bloques del controlador MPC es necesario poseer el toolkit de Control Design & Simulation



MATRIZ DE ESTADOS

Estrategia de Control



Necesita



Matriz de Estados

Modelo Espacio de Estado

Model name: CAUDAL Sampling Time: 0

A				B		
0	0,8	-0,23	0,01	0	0,01	0
0	0,59	0,22	0,2	0	0,12	0
0	-0,02	-0,68	-0,28	0	0,11	0

C				D		
0	-12,16	0,9	0,03	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0



MATRIZ DE ESTADO FLUJO

MATRIZ DE ESTADO VELOCIDAD



Modelo Espacio de Estado

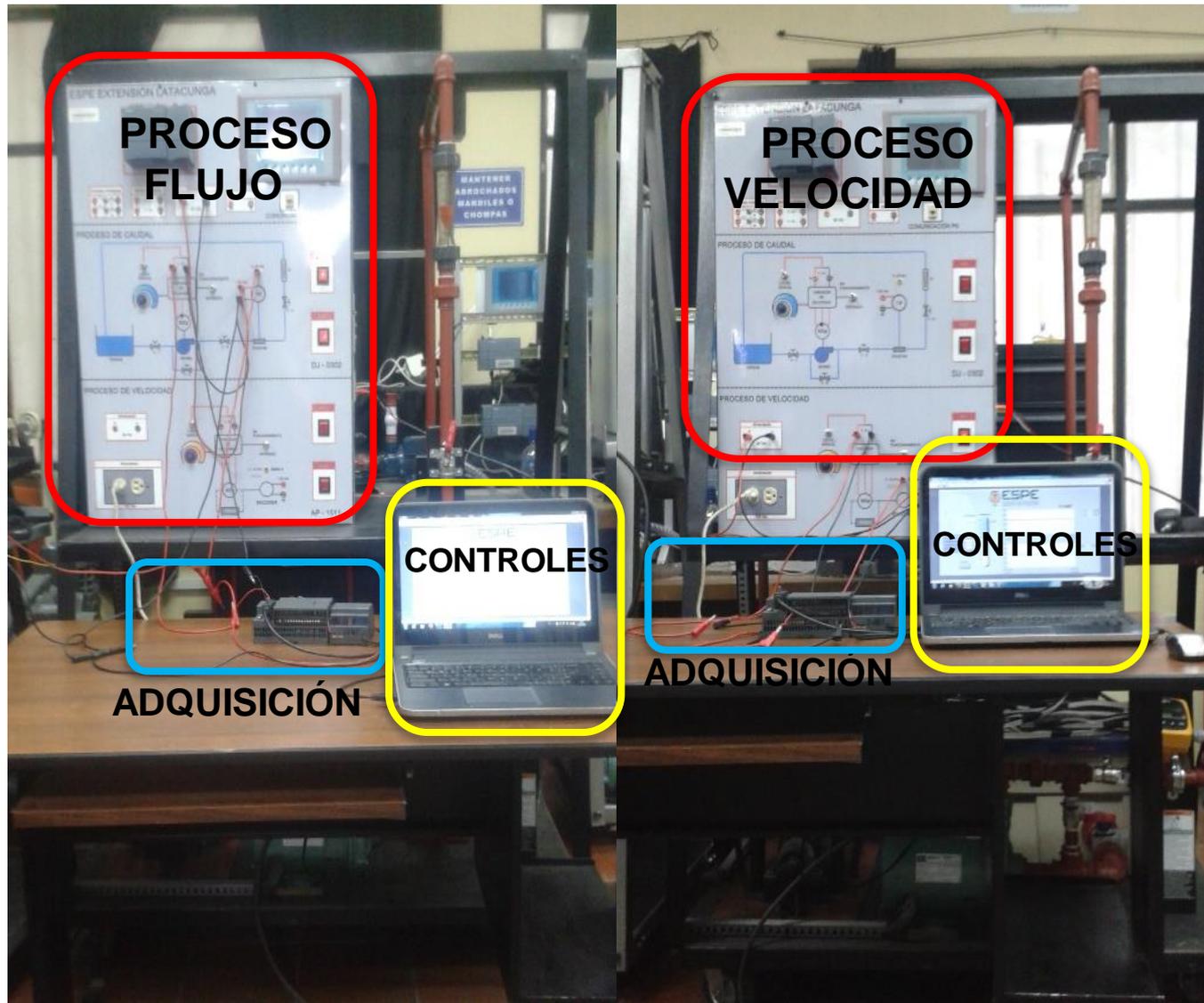
Model name: VELOCIDAD Sampling Time: 0

A				B		
1	0,22	0,2	-0,01	1	0,12	0
1	-0,68	-0,28	-0,38	0	0,11	0
1	-0,02	-0,15	0,86	0	0,01	0

C				D		
0	0,9	0,03	-0,08	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0



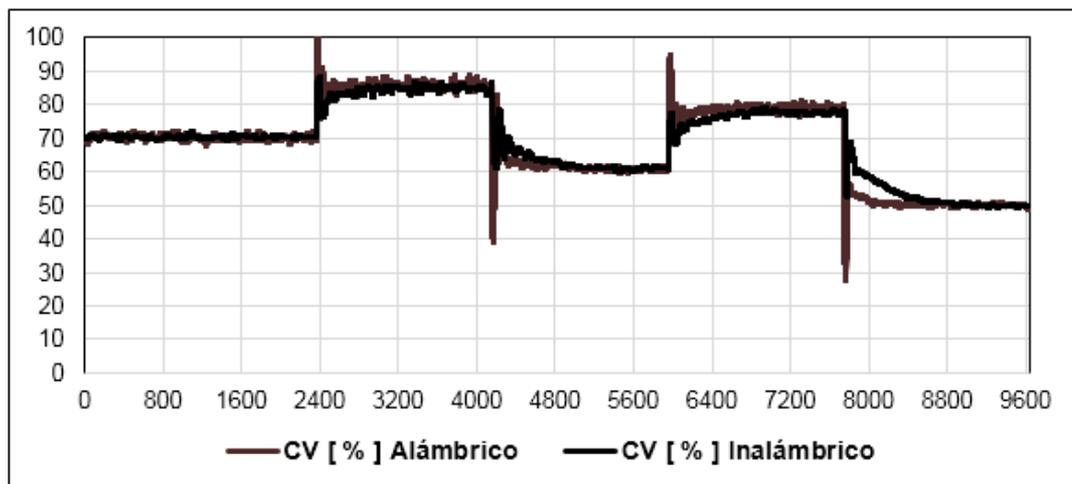
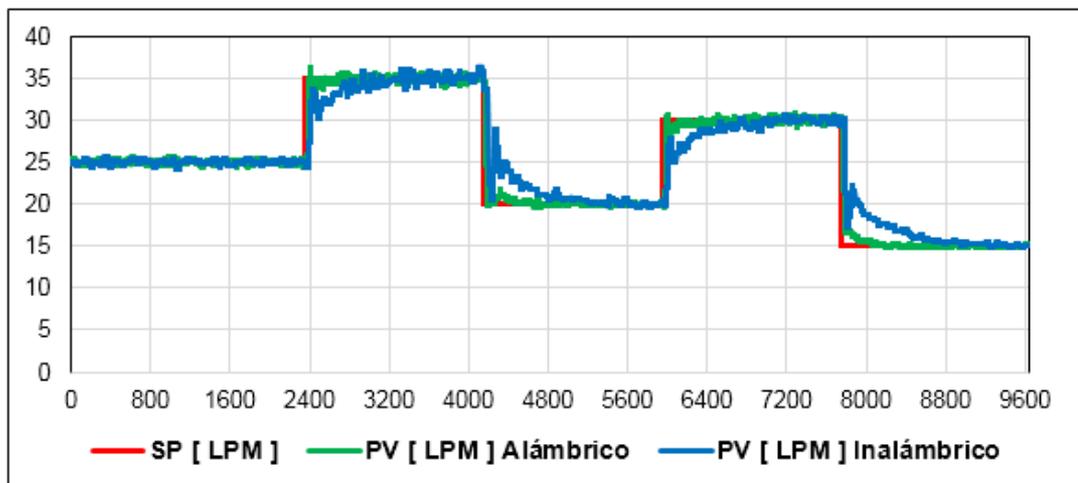
EVALUACIÓN DE CONTROLES AVANZADOS



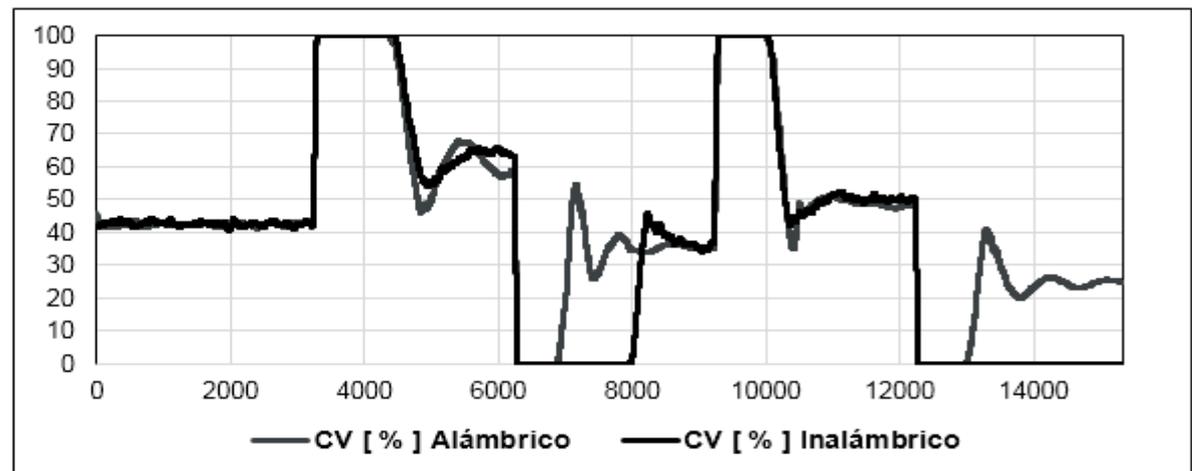
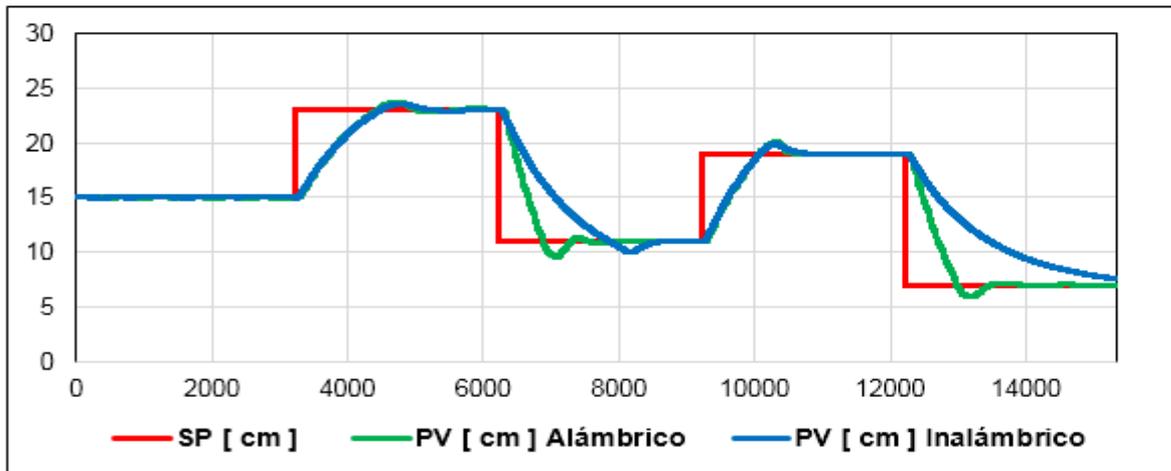
ANÁLISIS DE RESULTADOS



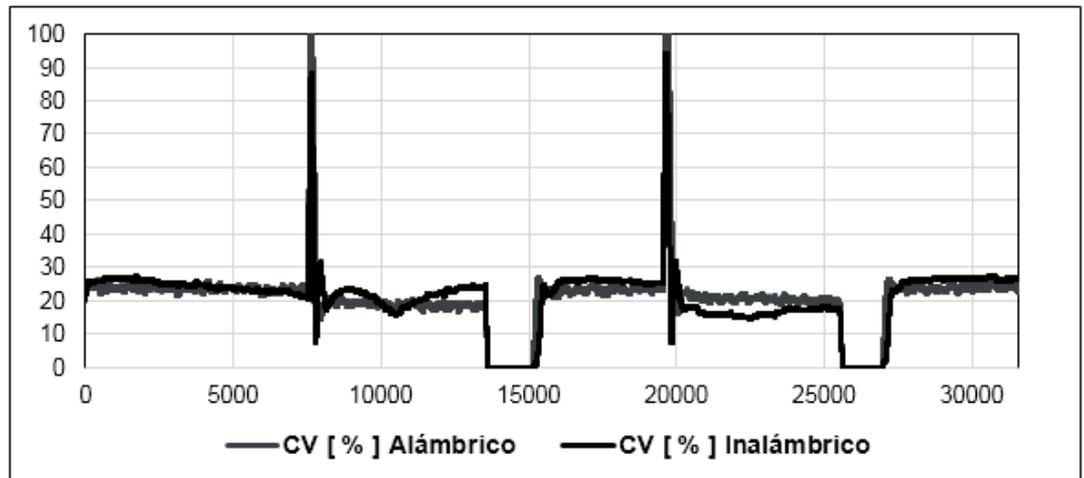
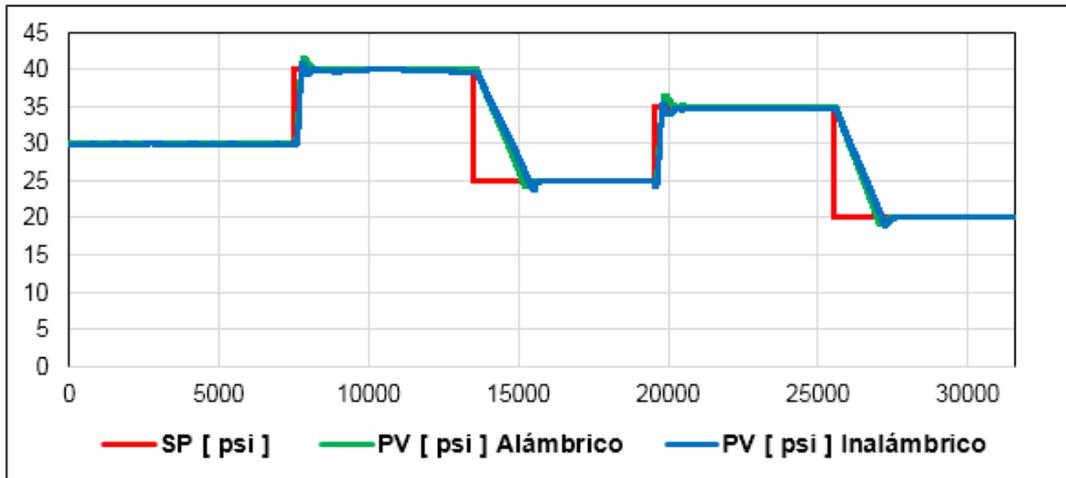
PROCESO CAUDAL



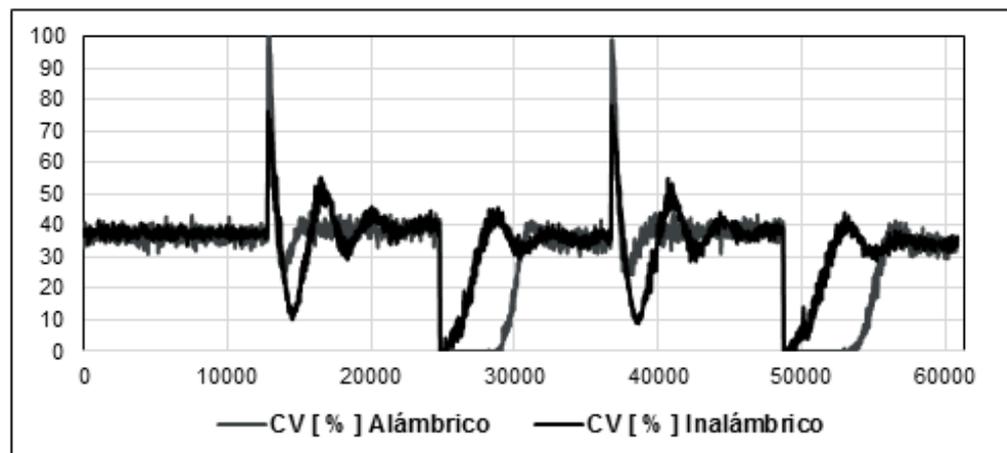
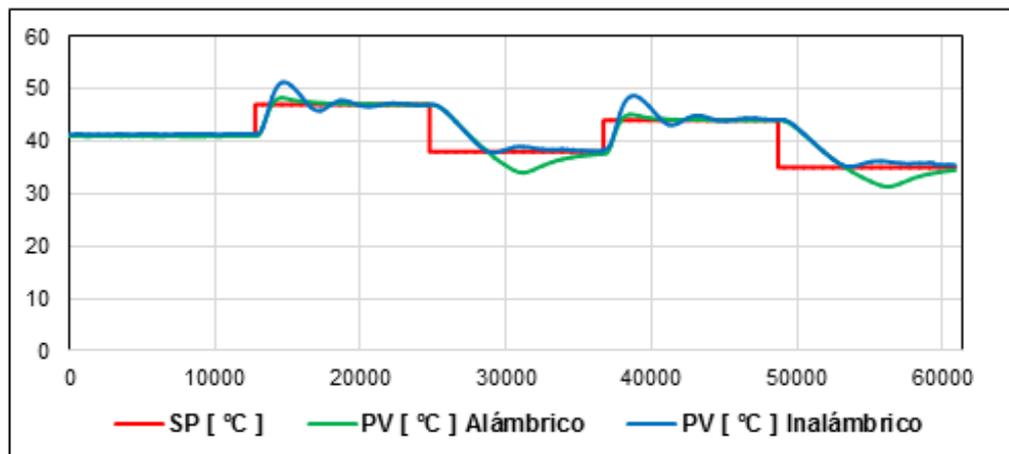
PROCESO NIVEL



PROCESO PRESIÓN

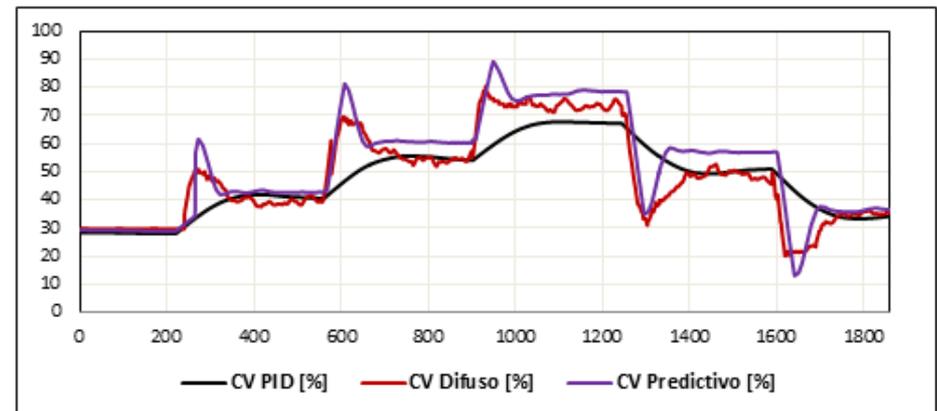
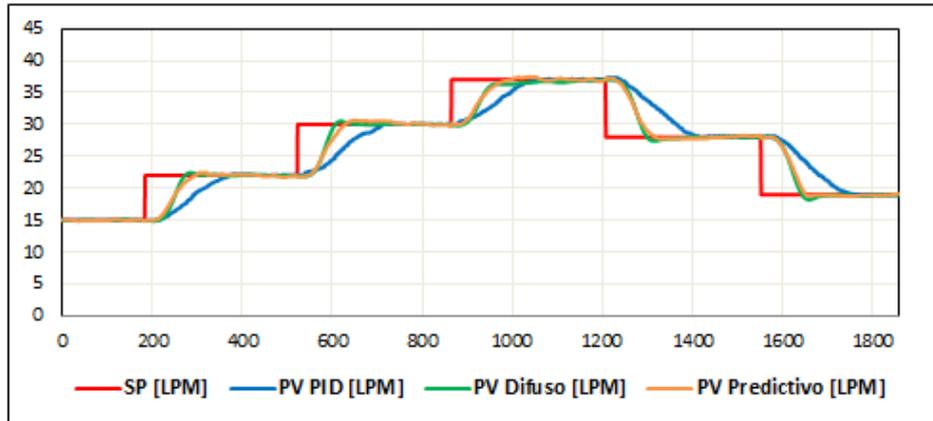


PROCESO TEMPERATURA

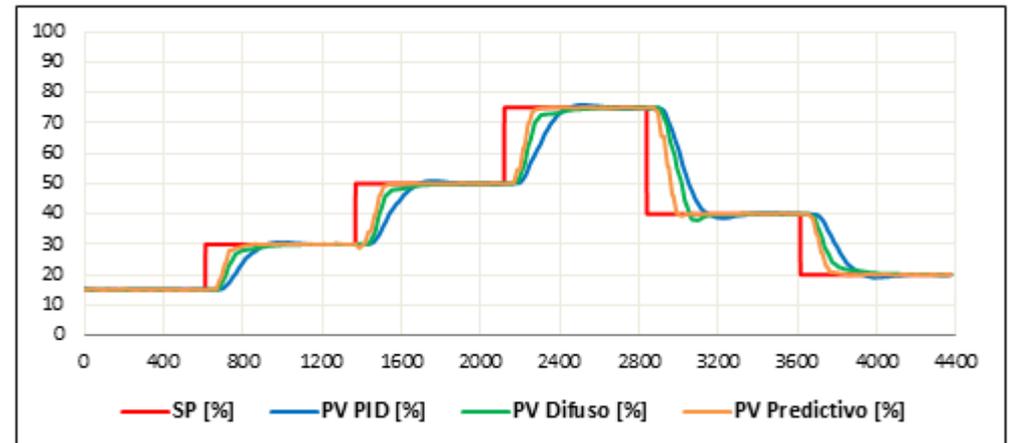
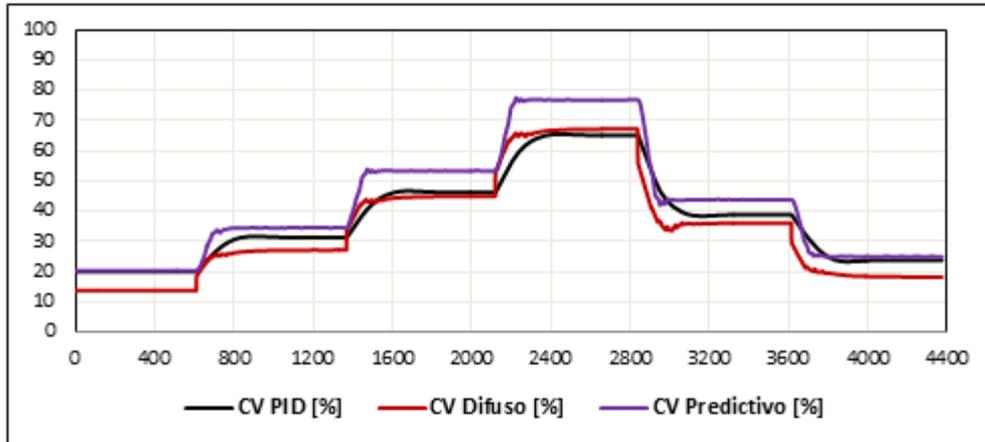


ANÁLISIS DE LOS CONTROLADORES

Proceso Flujo



● Proceso Velocidad



ALCANCES

ALCANCES

Monitoreo y control en tiempo real de los procesos de caudal, presión, nivel y temperatura.

Fácil programación y detección de errores por medio de la ayuda de indicadores de estado del PLC y los equipos BANNER.

El sistema permite visualizar un HMI completo donde se podrán mostrar el proceso, tendencias, alarmas e históricos.

Con la utilización de direccionamiento extendido se pueden integrar hasta 47 nodos en la red inalámbrica de 4 entradas y salidas analógicas cada uno de ellos.

Con los sistemas basados en la lógica difusa se pueden evaluar mayor cantidad de variables, variables lingüísticas más no numéricas de esta manera se está simulando el conocimiento humano.

La herramienta "ident" de Matlab permite determinar modelos matemáticos de diferentes órdenes que se aproximan al comportamiento de la planta, todo esto en lazo abierto.

Para la adquisición de las señales se podrían utilizar tarjetas de adquisición de datos de alta resolución.

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES SISTEMA SCADA

Se ha diseñado e implementado un sistema SCADA utilizando el protocolo inalámbrico Wireless para las estaciones de procesos de caudal, presión, nivel y temperatura del laboratorio de redes industriales y control de proceso cumpliendo con cada uno de los objetivos propuestos en el trabajo de titulación.

Los procesos de caudal, presión y temperatura son procesos autorregulados y el proceso de nivel resulta ser integrante.

Se desarrolló un programa en software el cual realiza un controlador PID para cada uno de los procesos donde pueden funcionar de forma individual o todos al mismo tiempo.

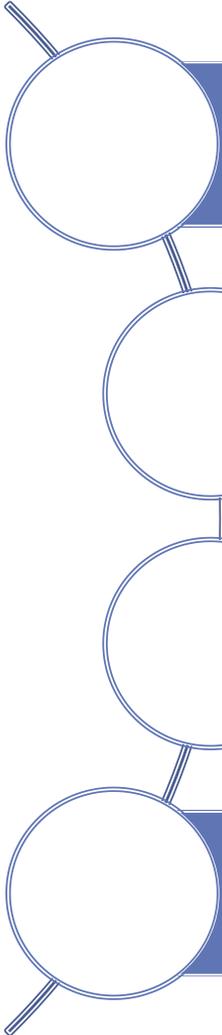
Se comprobó que el PLC KOYO DL-06 puede comunicarse con varios equipos y varios tipos de comunicaciones industriales todo esto en tiempo real.

Se confirmó que la Gateway es la encargada en gestionar la información inalámbrica donde se puede observar que no existe colisiones en la red ni fallas de comunicación de datos.

Se verificó que al utilizar el modo de direccionamiento extendido de los equipos inalámbricos y en conjunto con los diales rotatorios permiten realizar la configuración de la red y compartir la información en forma bidireccional.



CONCLUSIONES-CONTROLES AVANZADOS



El control predictivo supera a los controles PID y Difuso para los procesos de caudal y velocidad, para ello la función de transferencia es de gran importancia y debe ser lo más aproximado a la planta para obtener excelentes resultados.

Los procesos Caudal y Velocidad son de tendencia lineal, para la implementación del control difuso sus funciones de membresía deben tener igual dimensión tanto en la entrada como en la salida

Con la ayuda de las librerías del software LabVIEW facilitan la implementación de las estrategias de control Predictivo y Difuso.

Para el control difuso se relaciona las entradas y salidas, sin tener que entender en su totalidad sus variables, permitiendo que el sistema pueda ser más confiable y estable que uno con un sistema de control convencional.

GRACIAS

